Bärner

Angewandte Botanik

Zeitschrift der Vereinigung für angewandte Botanik

Herausgegeben
im Auftrage des Vorstandes vom 1. Schriftführer
Dr. K. HASSEBRAUK

Achtundzwanzigster Band (1954)

1954

VEREINIGUNG FÜR ANGEWANDTE BOTANIK E.V.
BERLIN-DAHLEM

Im Buchhandel zu beziehen durch den Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

Deutsche Zentraldruckerei AG., Berlin SW 11
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Sachregister

(Hinweise auf Buchbesprechungen sind mit einem * versehen)

Aus dem Staatsinstitut für angewandte Botanik, Hamburg

Zur Mikroskopie von Tengkawang und deren Unterscheidung von echter Illipe

Von

Fritz Deutschmann

(mit 12 Abbildungen)

Einleitung

Unter der Bezeichnung „Tengkawang-Schrot" wurde dem hiesigen Institut vor einiger Zeit ein Futtermittel zur mikroskopischen Untersuchung eingesandt. Die Frage, die es dabei zu klären galt, war die: „Handelt es sich bei dieser Untersuchungsprobe tatsächlich um ein Tengkawang-Schrot, oder liegt ein anderes Material vor?"

Die aus dem Malayischen stammende Bezeichnung Tengkawang bzw. Tangkawang oder Kawang bezieht sich auf eine Anzahl von Baumarten aus der Familie der Dipterocarpaceen, deren Samenkerne ein festes, geblich-weißes bis hellgrünes Fett liefern, das von den Eingeborenen in Ostasien seit langem als Speisefett und zu anderen Zwecken verwendet wird. Im europäischen Handel ist das Fett unter verschiedenen Bezeichnungen wie Borneo-Talg, Tangkawang-Fett, Minjak-Tengkawang usw. bekannt. Neben dem Fett spielen auch die Preßrückstände der Samen als Futtermittel eine gewisse Rolle.

Im Handel gehen die Samenkerne und deren Preßrückstände vielfach unter der Bezeichnung „Illipe". Diese Bezeichnungsweise für die Tengkawangkerne ist unzutreffend und irreführend, denn man versteht darunter die Samen bzw. Preßrückstände von verschiedenen in Britisch-Indien vorkommenden Illipe-Arten aus der Familie der Sapotaceen. Der ursprünglich nur für die in Indien vorkommenden fettreichen Samen verwendete Name Illipe ist späterhin auch auf die im malayischen Inselgebiet vorkommenden Tengkawangkerne übertragen worden. Während das Tengkawang- und Illipefett gleichen Verwendungszwecken zugeführt werden kann, sind die Preßrückstände der Illipekerne im Gegensatz zu denen von Tengkawang infolge ihres hohen Saponingehaltes giftig und kommen daher als Futtermittel nicht in Frage.

Während bisher Untersuchungen bzw. Angaben über die morphologischen und anatomischen Verhältnisse der Illipesamen in gewissem Umfange vorliegen (Lucks 1917, Honcamp 1912, Gassner 1951), fehlen diese offenbar für die weniger bekannten Tengkawang-Kerne. Es erschien daher erforderlich, letztere genauer zu untersuchen und diagnostische Merkmale herauszuarbeiten, die es gestatten, gemahlene Preß- oder Extraktionsrückstände von Tengkawang und Illipe mit Sicherheit voneinander zu unterscheiden.

Allgemeines

Das Hauptverbreitungsgebiet derjenigen Arten aus der Familie der Dipterocarpaceen, die für die Fettgewinnung Bedeutung erlangt haben, ist das malayische Inselgebiet. Besonders auf Borneo sind eine Reihe wichtiger Arten, wie z. B. *Shorea stenoptera* Burck., *Sh. pinanga* Scheff., *Sh. aptera* Burck., *Sh. Gysbertiana* Burck., *Isoptera borneensis* Scheff., heimisch. Unabhängig von den erwähnten Arten unterscheidet der Handel bei den Samenkernen je nach Herkunft, Farbe und Größe eine Reihe von Sorten, von denen hier einige, wie z. B.: „Large Sarawak-Illipe, Small Sarawak-Illipe, Large black Pontinak, Large brown Pontinak", genannt sein mögen. Die für die Fettgewinnung wohl wichtigste Art dürfte *Shorea stenoptera* Burck. sein, die nach Heyne 1927 auf Borneo teilweise systematisch angebaut wird. Die großen Bäume tragen schon im achten, meist aber erst im zwölften oder dreizehnten Jahre. Die Blütezeit ist September, Oktober, die Fruchtreife im Februar und März. Die mehrere cm große Frucht (Abb. 1) ist eine Nuß und besitzt eine holzige Fruchtschale. Die Kelchblätter wachsen zu Fruchtflügeln aus, die bei *Shorea stenoptera* so lang oder kürzer als die Frucht sind, sonst aber in den meisten Fällen bei anderen Dipterocarpaceen charakteristischerweise sehr viel länger werden. Um die harte, holzige Fruchtschale leichter vom Samen trennen zu können, werden die Früchte entweder einem Naß- oder Trockenaufbereitungsverfahren unterworfen. Erfolgt die Aufbereitung nach dem erstgenannten Verfahren, so werden die von den Eingeborenen gesammelten Früchte in Bambuskörbe getan und mehrere Wochen in die Flüsse gehängt. Während dieser Zeit wird die Schale weich und ist gewöhnlich durch die beginnende Keimung geborsten, sie läßt sich leicht mit einem Holz aufschlagen. Die freiwerdenden Samen werden anschließend getrocknet und dann in den Handel gebracht. Bei der Trockenaufbereitung werden die Früchte sofort nach der Ernte getrocknet, bisweilen über Feuer, und dann mit entsprechenden Werkzeugen aufgeschlagen.

Abb. 1. Frucht von *Shorea stenoptera*. Aus Engler-Prantl. Bd. 21, 2. Aufl. S. 260. Vergr. nat. Gr.

Der Fettgehalt der Tengkawangkerne ist nicht einheitlich. Im allgemeinen liegt er in den Grenzen zwischen 45 und 60 %. Diese Schwankungen sind auf verschiedene Ursachen, wie Herkunft, Sorte, Aufbereitungsverfahren usw., zurückzuführen. Da nicht nur Material von *Shorea stenoptera* in den Handel kommt, sondern, wie oben erwähnt, auch die Samenkerne anderer Arten zur Fettgewinnung in gewissem Umfang herangezogen werden, ist es erklärlich, daß auch dadurch Schwankungen im Fettgehalt möglich sind. Die Zusammensetzung des Fettes der verschiedenen Tengkawang-Sorten soll ziemlich gleichartig sein. Als chemische Kennzahlen für das Fett von *Shorea stenoptera* werden nach Heller 1932 folgende angegeben: Spez. Gewicht 0,855, Schmelzpunkt 34° C, Lichtbrechung 1,456, Säurezahl 11,4, Verseifungszahl 192,4, Jodzahl 32,2.

Der jährliche Export der Samenkerne aus Borneo belief sich bis 1937 auf durchschnittlich 3600 t (Rowaan 1937).

Die Preß- bzw. Extraktionsrückstände der Samenkerne werden, wie einleitend erwähnt, als Futtermittel in den Handel gebracht. 1921 wurden die Tengkawang-Preßkuchen im Imperial Institut in London untersucht. Die chemische Zusammensetzung war folgende: Wasser 10,9 %, Protein 10,3 %, Fett 7,8 %, stickstoffreie Extraktstoffe 64,5 %, Rohfaser 3,2 %, Asche 3,3 %. Danach stellt dies Material ein wertvolles Futtermittel dar, wenn es auch dem Palmkernkuchen an Futterwert etwas nachsteht.

Morphologie und Anatomie

a) Frucht- und Samenschale

Die Kenntnis vom morphologischen und anatomischen Bau der Fruchtschale von Tengkawang spielt für eine Diagnostik des Schrotes nur eine untergeordnete Rolle. Da aber anatomische Untersuchungen über die Fruchtwand offenbar nicht vorliegen, vom botanischen Standpunkt daher großes Interesse verdienen, erscheint es angebracht, im Rahmen dieser Arbeit etwas näher darauf einzugehen. Infolge Fehlens ganzer Früchte von *Shorea stenoptera* wurden die Untersuchungen an den kleinfrüchtigen Arten *Sh. obtusa* Wall. und *Sh. oblongifolia* Thw. durchgeführt.

Es handelt sich bei diesen Früchten, wie bei allen Shorea-Arten, um einsamige Nüsse, die auch nach der Fruchtreife von den fünf derben Kelchblättern umgeben bleiben. Die Basis der Frucht, die erst nach Entfernung der Kelchblätter frei wird, ist stumpf abgerundet, die Spitze dagegen kegel- bis trichterförmig ausgezogen. Die lederartige bzw. holzige braune Fruchtwand umschließt den aus zwei Keimblättern bestehenden Samen, dessen zarte Samenschale als dünne Schicht fest der Fruchtwand anliegt. Bereits bei makroskopischer Betrachtung fällt auf, daß bei einem Längsschnitt durch die Frucht die Wanddicke des Pericarps von der Spitze zur Basis ge-

ringer wird. Parallel hierzu nimmt auch die Behaarung der Fruchtwand zur Basis hin merklich ab. Die Ursache hierfür ist offensichtlich das Verbleiben der Kelchblätter an der reifen Frucht.

Recht günstig für ein allgemeines Übersichtsbild der Fruchtwand sind bei der mikroskopischen Untersuchung Querschnitte in Höhe der Fruchtmitte (Abb. 2). Die Epidermis besteht aus kleinen, meist in tangentialer Richtung gestreckten Zellen, zwischen denen einzeln, paarweise oder seltener in kleinen Büscheln stehende einzellige, dickwandige Haare zu erkennen sind. Die Länge der Haare ist verschieden. Sie beträgt etwa 100—500 μ, wechselt also stark, während der Durchmesser mit 9—12 μ ziemlich gleichbleibend ist. Das Lumen ist

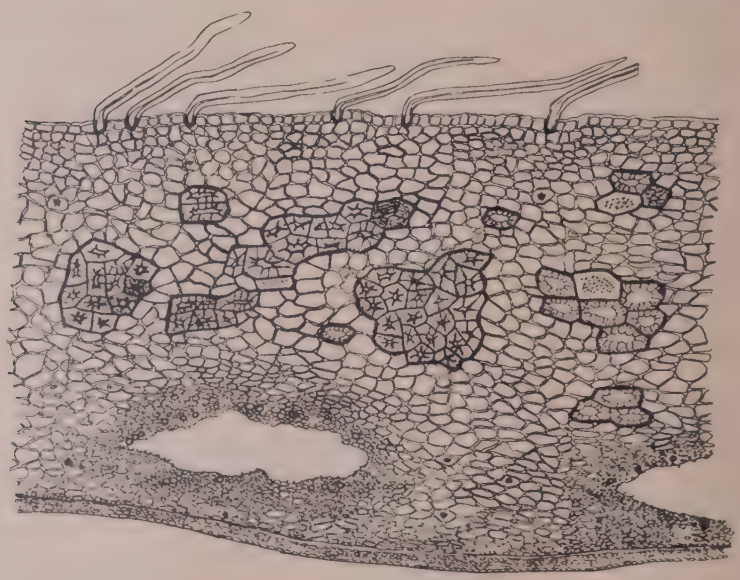


Abb. 2. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale von *Shorea oblongifolia*. Vergr. 40fach.

schmal bis strichförmig, an der Basis gewöhnlich erweitert. Die Zellwand an der Haarbasis ist in den meisten Fällen getüpfelt. Oft sind die Haare, nachdem sie sich über die übrigen Epidermiszellen erheben, zur Spitze hin umgebogen und liegen der Fruchtwand an. Die Zahl der auf Querschnittsbildern angetroffenen Haare ist verschieden. Im Gegensatz zur Spitze ist die Zahl der Fruchthaare an der Basis weitaus geringer. Mit Phloroglucin-Salzsäure zeigen die Haare leichte Verholzungs-Reaktion. — Auf die Epidermis folgt nach innen ein mit Interzellularen versehenes parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen von außen zur Mitte hin allmählich größer werden, um dann

wieder im Bereich der inneren Fruchtwand kleiner zu werden. Teilweise sind die Zellen der inneren Fruchtwand in tangentialer Richtung zusammengedrückt, so daß die Zellwandstruktur nicht immer deutlich zu erkennen ist. Besonders auffallend sind im Grundgewebe einzelne oder zu mehreren zusammenliegende Steinzellen. Vor allem zur Fruchtspitze hin nimmt die Zahl der Steinzellen zu, während an der Fruchtbasis eine deutliche Abnahme erfolgt. Die Größe der Steinzellen kann sehr stark wechseln. Im allgemeinen liegen die kleineren Zellen in den äußeren Wandpartien, während zur Mitte hin die Größe der Zellen zunimmt, wobei gleichzeitig eine Streckung der Zellen in tangentialer Richtung erfolgt. Aber auch bei den einzelnen Shorea-Arten selbst scheinen in bezug auf die Steinzellgröße Unterschiede vorzuliegen. So wurden bei *Sh. oblongifolia* meistens kleinere Zellen als z. B. bei *Sh. obtusa* beobachtet. Ihre Form ist, besonders wenn sie zu mehreren in Steinzellnestern vereinigt sind, häufig scharfkantig polygonal. Die zahlreichen, im Profil tief eingeschnittenen Tüpfel zeigen in der Aufsicht rundlich-elliptischen bis spaltenförmigen Umriß.

Ein stark ins Auge fallendes Charakteristikum der Dipterocarpaceen sind die im Innern der Fruchtwand gelegenen zahlreichen Harzkanäle, die im Querschnittsbild als große ovale Hohlräume sichtbar werden und in deren Innern sich weiße, harzartige Produkte befinden. Die sie umgebenden Zellen lassen bei reifen Früchten nur in seltenen Fällen einen genauen Zellwandverlauf erkennen. Manchmal, vor allem bei in Alkohol eingelegtem Material, waren die Epithelzellen der Harzkanäle noch gut zu beobachten. Um die einzelnen Harzkanäle liegen, besonders aber auf der äußeren Seite, mehrere kleinere Gefäßbündel. In ihrer unmittelbaren Umgebung treten vereinzelt Stabzellen auf, vor allem an der Fruchtspitze (Abb. 3).

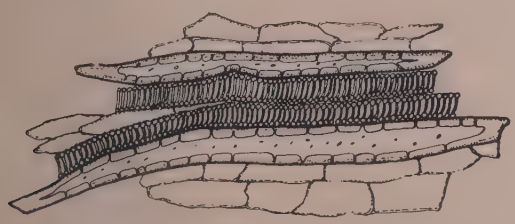


Abb. 3. Stabzellen und Spiralgefäße aus der Fruchtwand von *Shorea oblongifolia*. Vergr. 250fach.

Ein weiteres, nicht stark auffallendes Merkmal ist das Vorhandensein von einzelnen Oxalatkristallen und Drusen. Das Abschlußgewebe der Fruchtwand bildet nach innen eine nicht mehr klar erkennbare, kleinzellige Epidermis. Ihre Zellen sind im Bereich der Fruchtspitze stark sklerotisiert (Abb. 4).

Der Fruchtwand liegt als sehr dünne Schicht die aus wenigen Zellagen bestehende Samenschale fest an (Abb. 5). Für eine Diagnostik des Tengkawang-Schrotes spielt die Kenntnis vom anatomischen Aufbau der Samenschale nur eine unbedeutende Rolle. Wichtiger aber ist es zu wissen, daß beim Öffnen der Früchte die Samenschale niemals am Kotyledonengewebe haftet, sondern stets mit der Fruchtwand in Verbindung bleibt. Dies hat zur Folge, daß bei der Untersuchung des Tengkawangschrotes im Gegensatz zu dem von echter Illipe keine Samenschalenfragmente angetroffen werden.

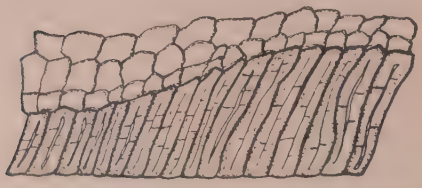


Abb. 4. Innere Epidermis der Fruchtwand von *Shorea oblongifolia* als Steinzellschicht ausgebildet. Vergr. 250fach.

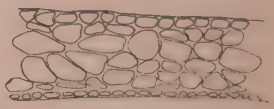


Abb. 5 Querschnitt durch die Samenschale von *Shorea oblongifolia*. Vergr. 200fach.

b) Keimlingsgewebe

Unter den Tengkawangkernen des Handels versteht man, wie bereits erwähnt, die nach Entfernung der Fruchtschale freiwerdenden, meist in mehrere Einzelsegmente zerbrochenen, samenschalefreien Keimblätter verschiedener Shorea-Arten (Abb. 6). Die Untersuchung der Keimblätter wurde durchgeführt an der für die Fettgewinnung wohl wichtigsten Art *Shorea stenoptera* Burck.

Abb. 7. Anordnung der Keimblätter in der Frucht. Horizontalschnitt.

Die im allgemeinen 3—5 cm langen Keimblätter zeigen je nach Sorte, Aufbereitungsart usw. eine hell- bis schwarzbraune Farbe. Auf der Oberfläche konnten bei einem Teil des Untersuchungsmaterials wachsartige weiße Ausscheidungen, offenbar von Stearinsäure, beobachtet werden. Die beiden, einen Samen bildenden Keimblätter sind in ihrer Form deutlich voneinander unterschieden. Das größere zeigt von der Spitze bis ungefähr zur Mitte einen schmalen Einschnitt, an dessen Ende das Hypokotyl zu erkennen ist; das kleinere ist so gebaut, daß es keilförmig in die konkave Bauchseite des anderen hineinpaßt. Außerdem ist dieses kleinere Keimblatt seinerseits noch einmal in zwei nahezu gleichgroße segmentartige Teilstücke unterteilt, zwischen denen sich noch Reste des plazentalen Gewebes befinden (Abb. 7). Beide Keimblätter zusammen haben entsprechend der äußeren Fruchtform eine eiförmige, stumpfkegelige Form. Die Handelsware selbst zeigt jedoch nur noch in geringem

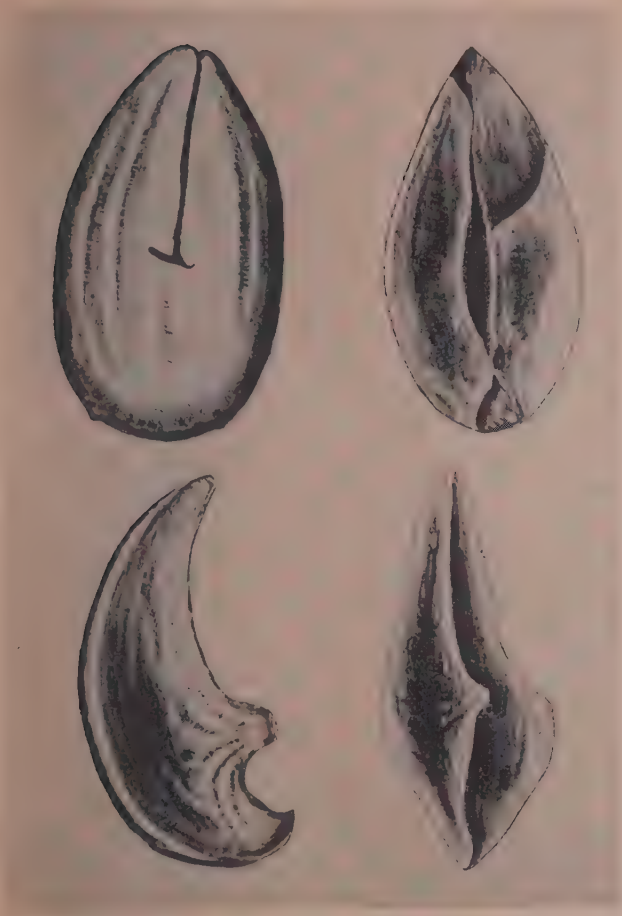


Abb. 6. Tengkawang-Kerne von *Shorea stenoptera*.
Vergr. 1½fach.

Maße ganze Keimblätter. Meistens sind diese offenbar beim Zerschlagen der Früchte in mehrere annähernd segmentartige Teilstücke zerbrochen.

Der anatomische Aufbau der Keimblätter ist einfach. Das äußere Abschlußgewebe bildet eine kleinzellige, einschichtige Epidermis. Es handelt sich um mehr oder weniger rechteckige Zellen, deren Radialwände länger als die Tangentialwände sind. Unterhalb der Epidermis finden wir zunächst kleine polygonale Zellen mit dünnen, ungetüpfelten Wänden. Zur Mitte hin werden die Zellen allmählich größer und stellen dann ein Speicherungsgewebe dar. Als

Hauptinhaltsstoffe kommen insbesondere Fett, daneben Protein und Stärke vor. Besonders das Vorhandensein von Stärke spielt bei der mikroskopischen Untersuchung des Schrotes eine wichtige Rolle, da die zu den Sapotaceen gehörenden Illipesamen keine Stärke im Keimlingsgewebe besitzen. Die runden bis länglich ovalen Stärkekörner sind relativ klein, 3—15 μ, und zeigen teilweise einen kleinen Kernspalt. Während bei der mikroskopischen Untersuchung des Materials in Glyzerin die Stärkekörner zwischen der häufig schollig erscheinenden Fettstruktur kaum auffallen, heben sie sich in Jod-Jodkalium-Lösung deutlich von den übrigen Inhaltsstoffen ab (Abb. 8). Noch günstiger für die Untersuchung der Stärkekörner ist eine vorhergehende Fettextraktion. Die Menge der im mikroskopischen Bild angetroffenen Stärkekörner war bei den Samenkernen verschiedener Proben sehr unterschiedlich. Häufig konnte beobachtet werden, daß bei den hellbraunen Kernen die Zellen stärker mit Stärke angefüllt waren als bei den dunkelbraunen. Worauf dieses zurückzuführen ist, konnte nicht ermittelt werden. Bei einem Teil des Untersuchungsmaterials war die Stärke deutlich verquollen. Dies läßt darauf schließen, daß die Früchte offensichtlich über Feuer getrocknet worden waren.

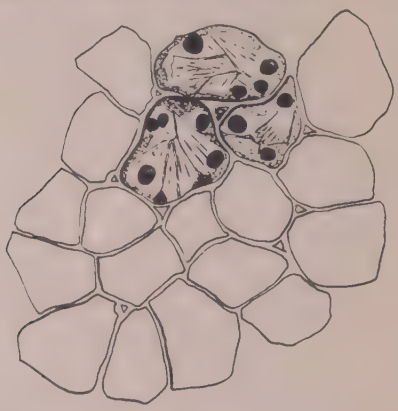


Abb. 8. Keimlingsgewebe von *Shorea stenoptera*. Jodpräparat. Vergr. 250fach.

Neben den genannten Inhaltsstoffen wurden vereinzelt Oxalatdrusen angetroffen. Als diagnostisches Merkmal kommt ihnen aber nur untergeordnete Bedeutung zu, da man sie bei der Untersuchung des Schrotes nur schwer wiederfindet.

Unterscheidungsmerkmale zwischen Tengkawang und Illipe

Die eingangs erwähnte Verwechslungsmöglichkeit von Tengkawang und Illipe macht es erforderlich, die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale kurz festzuhalten. Gleichzeitig galt es dabei, einige Fehler in anatomischen Zeichnungen über Illipe aus der Literatur richtigzustellen. Im übrigen sei auf die eingangs genannten morphologischen und anatomischen Arbeiten über Illipe verwiesen.

Allgemein haben für die Fettgewinnung besonders die Samen von *Illipe latifolia* Engl. (= *Bassia latifolia* Roxb.), daneben die von *Illipe longifolia* Engl. (= *Bassia longifolia* L.) größere Bedeutung erlangt. *Illipe latifolia* ist hauptsächlich im mittleren und östlichen

Indien verbreitet, *Illipe longifolia* wächst dagegen nur im südlichen Indien. Im Handel werden sie nicht immer scharf voneinander unterschieden. Die Samen gehen vielfach auch unter der hindustanischen Bezeichnung Mowrah oder Mahwa. Es handelt sich um länglich-ovale, etwas eichelähnliche, 2—3 cm lange Samen von brauner Farbe mit einem großen, hellen Nabel (Abb. 9). Das Keimlingsgewebe enthält etwa 50—55 % Fett. Im Gegensatz zu Tengkawang zeichnen sich die Samen von Illipe dadurch aus, daß sie eine kräftige lederartige Samenschale besitzen, deren Zellen vor allem in den äußeren Schichten stärker sklerotisiert sind (Abb. 10). Die Handelsware selbst enthält nur den aus der Samenschale befreiten Keimling, der aus zwei braunen, gleichmäßig gebauten Kotyledonen besteht. Es geht daraus hervor, daß die Samen vorher geschält werden. Dennoch bleiben, wie aus allen Untersuchungsproben und Vergleichsmaterial hervorgeht, Samenschalenreste an einem Teil der Kotyledonen haften. Vor allem sind es herbei, wie die Untersuchungen zeigten, Teile von Gefäßbündeln, die an der Innenseite der Samenschale lokasiert sind und auf den Keimblättern haften bleiben. Da in einem Tengkawangschrot Samenschalenfragmente nicht vorkommen, so bietet ihr Vorhandensein in Untersuchungsproben bereits einen wichtigen Hinweis.

Abb. 9. Samen von *Illipe latifolia*, unten: Querschnittsbild. Vergr. 1½fach.

Eines der bedeutendsten Unterscheidungsmerkmale bei der Untersuchung der gemahlenen Preßrückstände ist das Fehlen von Stärke bei Illipe. Wenn auch im mikroskopischen Bild die Menge der angetroffenen Stärkekörner bei den Tengkawangkernen verschieden groß war, so konnten sie aber in allen Proben nachgewiesen werden.

Weiterhin zeichnen sich die Illipekerne im Gegensatz zu denen von Tengkawang durch das Vorhandensein von rotbraun gefärbten Gerbstoffzellen sowie weißen Sekretzellen aus (Abb. 11). Erstere fallen bereits makroskopisch beim Durchschneiden des Keimlingsgewebes als viele kleine dunkle Punkte auf. Auch im Illipe-Schrot sind die rotbraunen Gerbstoffzellen im mikroskopischen Bilde leicht nachzuweisen.

Untersucht man das Keimlingsgewebe von Illipe, so darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Zellwände zahlreiche, in Größe und Form variierende Tüpfel besitzen (Abb. 11). Sie fallen zwar nicht besonders auf, trotzdem konnte eine Tüpfelung im Keimlingsgewebe von Illipe im Gegensatz zu dem von Tengkawang in allen zur Verfügung stehenden Proben beobachtet werden. Es geht daraus hervor, daß die Abbildung über Illipe bei Gassner (1951) nicht ganz zutreffend ist. Neben der fehlenden Tüpfelung ist außerdem auch die Epidermis

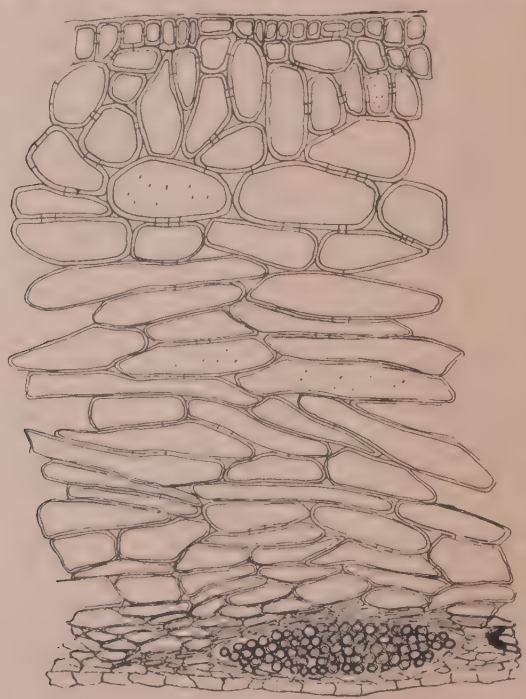


Abb. 10. Querschnitt durch die Samenschale von *Illipe latifolia*. Vergr. 200fach.

nicht gezeichnet. Wenn auch in Alkohol- und Glyzerinpräparaten auf Querschnittbildern die Epidermis kaum zu erkennen ist, so treten in Chloralhydratpräparaten die Strukturen dieser Zellschicht doch deutlich hervor.

Vergleicht man die Epidermis von Tengkawang und Illipe, so fallen in bezug auf Form, Größe und Zellanordnung weitere Unterschiede auf. Die Epidermis des Tengkawangkernes besteht im Aufsichtsbild aus kleinen polygonalen Zellen, bei Illipe dagegen sind diese meistens deutlich längsgestreckt. Dabei läßt ein größerer Zellverband teilweise eine Parkettierung erkennen (Abb. 12).

Wie eingangs erwähnt, ist das Illipeschrot im Gegensatz zu dem von Tengkawang stark saponinhaltig. Das Vorhandensein der Saponine läßt sich durch eine Schüttelprobe mit Wasser leicht nachweisen. Während beim Tengkawangschrot kaum eine Schaumbildung einsetzt, ist diese bei Illipe besonders ausgeprägt.

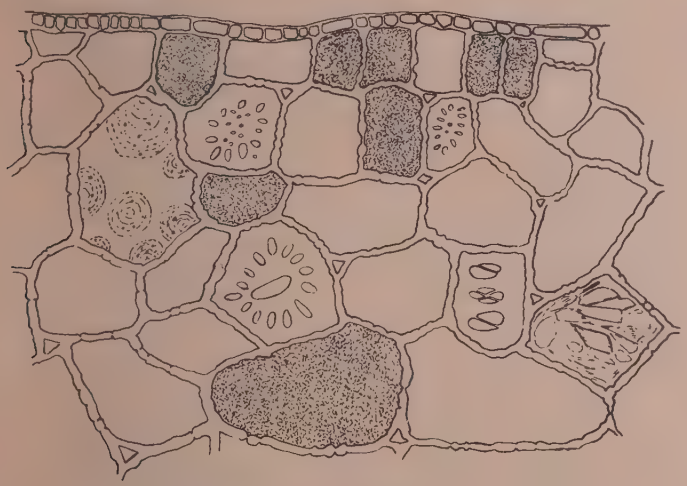


Abb. 11. Querschnitt durch den Rand eines Keimblattes von *Illipe latifolia*. Vergr. 250fach.

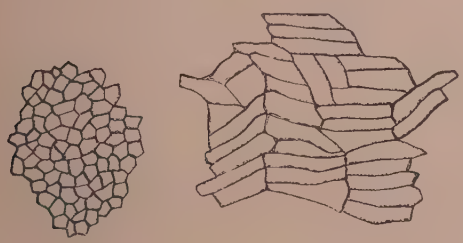


Abb. 12. Aufsichtsbild auf die Epidermis, links: *Shorea stenoptera*, rechts: *Illipe latifolia*. Vergr. 250fach.

Zusammenfassung

Tengkawangkerne, die vor allem von *Shorea stenoptera* Burck. stammen und die man im Handel fälschlicherweise auch als Illipekerne bezeichnet, wurden morphologisch und anatomisch untersucht und mit echter Illipe verglichen.

Die Kenntnis der Unterscheidungsmerkmale ist besonders wichtig für die Untersuchung der Preß- bzw. Extraktionsrückstände, da im Gegensatz zum Tengkawangschrot dasjenige von Illipe infolge seines hohen Saponingehaltes giftig ist und daher als Futtermittel nicht in Frage kommt.

Als wichtigste Merkmale für die Erkennung des Tengkawangschrotes wurden festgestellt:

Das Vorhandensein kleinkörniger Stärke.

Das Fehlen der bei Illipe vorhandenen, stark auffallenden Gerbstoffzellen, der Tüpfelung des Keimlingsgewebes sowie das Fehlen von Fragmenten der Samenschale. Unterschiedliche Zellstruktur der Epidermis.

Negative Saponinreaktion.

In Zusammenhang mit den Untersuchungen über die Tengkawangkerne wurden außerdem die bisher wenig bekannten Fruchtwandverhältnisse einiger Shorea-Arten morphologisch und anatomisch untersucht.

Literatur

Engler, A., Die natürlichen Pflanzenfamilien. 2. Aufl. Bd. **21**, Wilhelm Engelmann, Leipzig 1925.

Gassner, G., Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel. 2. Aufl., Gustav Fischer, Jena 1951.

Heller, H., Chemie und Technologie der pflanzlichen Öle und Fette. S. Hirzel, Leipzig 1932.

Heyne, K., De nuttige Planten van Neederlandsch Indie. Department van Landbouw, Vijverheid en Handel. Buitenberg 1927.

Honcamp, F., Über Perillakuchen und Mowramehl. Landw. Vers. St. **78**, 321—347, 1912.

Lucks, R., Butyrospermum Parkii, Illipe latifolia und I. malabrorum. Landw. Vers. St. **90**, 241—256, 1917.

Rowaan, P. A., Tengkawang. Berichten van de Afeeling Handelsmuseum van de Kon. Vereeniging Kolonial Inst. Nr. 113. 1937.

Aus der Bad. Staatl. Landw. Versuchs- und Forschungsanstalt Augustenberg*
(Dir. Dr. H. Riehm)

Zur Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensaatgut

Von

Hiltrud Anhaeußer

(mit 9 Abbildungen)

Die Echtheitsbestimmung von Samen der Brassica-Arten, ihrer zahlreichen Kulturvarietäten und deren Formen stößt in der Samenprüfung von jeher auf erhebliche Schwierigkeiten, da diese Samen einander sehr ähnlich sind und makroskopisch nicht mit Sicherheit unterschieden werden können. Nach den Erfahrungen der Samenprüfstelle Augustenberg erweisen sich Echtheitsbestimmungen vor allem bei Raps [*Brassica napus* L. em. Metzg. var. *arvensis* (Lam.) Thell.] und Rübsen [*Brassica rapa* L. var. *silvestris* (Lam.) Purch. et Ley] als notwendig. Es kommen immer wieder Fälle vor, in denen anerkanntes Saatgut und Handelssaatgut von Raps Beimengungen von Rübsen enthalten und umgekehrt. Solche Mischungen können in der Praxis durch die unterschiedliche Entwicklungsdauer und Reifezeit von Raps und Rübsen und das bekannte rasche Aufplatzen der Schoten bei Überreife erhebliche Ertragsausfälle bewirken. Im Jahre 1940 hat in Baden ein solcher Fall sogar zu einem Prozeß geführt. Für die Samenprüfstellen ist es daher von größter Bedeutung, über eine sichere Methode zur Unterscheidung der Samen von Raps und Rübsen zu verfügen. Ebenso wichtig ist die Unterscheidung dieser als Ölpflanzen angebauten Brassica-Arten von den sehr ähnlichen Samen der Futterraps- und Futterrübsensorten, der Kohlrübe und der Speiserübe sowie die sichere Diagnostizierung der Samen der Gemüse-Brassica-Arten und deren Varietäten und Formen (siehe auch Eifrig[6], Schuphan[18]).

I. Methoden zur Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensaatgut

1. Echtheitsbestimmung auf Grund der Samenmerkmale

Die makroskopische Untersuchung von Raps- und Rübsensamen ist für Echtheitsbestimmungen ungeeignet. Durch Farbe, Größe, Gestalt der Oberfläche und Tausendkorngewicht der Samen können höchstens größere Saatgutmengen voneinander unterschieden werden, nicht aber einzelne Samen (siehe hierzu vor allem Box und Medina [1] und Musil [15].

In Anlehnung an die von Schuphan [18] ausgearbeitete Methode, durch die verschiedene Färbung der aus Samen gewonnenen Methanolauszüge anthozyanhaltige Brassica-Formen von nicht anthozyanhaltigen zu unterscheiden, hat Eifrig[6] versucht, die Farbintensität von Extrakten zur Unterscheidung von Raps- und Rübsensamen heranzuziehen. Diese Methode erwies sich jedoch als ungeeignet.

*) Die Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der auch an dieser Stelle aufrichtig gedankt sei. Ebenso danke ich Herrn Dr. Kummer, Augustenberg, für die Überlassung des Themas und seine Hilfsbereitschaft bei der Fertigstellung des Manuskriptes.

Von den am Samen selbst durchzuführenden Methoden zur Echtheitsbestimmung von Raps und Rübsen wurde die mikroskopische Untersuchung der Samenschale bisher als die sicherste betrachtet. Grundlegende Untersuchungen über die Anatomie der Samenschale der beiden Arten liegen schon aus dem Jahre 1871 von Schröder[17] vor. Krause[12] zitiert außerdem die Arbeiten von Sempolowski[19], Haberland[9] und Harz[10]. Eine ausführliche Beschreibung mit Abbildungen der Anatomie der Samenschale der Brassica-Arten bringt Gram[8], der auf die Arbeit von Burchard[2] zurückgreift. Ferner beschreiben Wittmack[20], Gassner[7] und Moeller-Griebel[14] die Unterschiede der mikroskopischen Bilder der Samenschale von Raps und Rübsen. Musil[15] sowie Box und Medina [1] befassen sich ausführlich mit der mikroskopischen Unterscheidung der Samenschale der verschiedenen Brassica-Arten. Auch das neue Handbuch der Landwirtschaft[16] weist auf diese Unterscheidungsmöglichkeit hin.

Als charakteristische mikroskopische Unterscheidungsmerkmale gelten die „Netzung" („Felderung") der Samenschale und das Verhältnis des in der Aufsicht als heller Fleck erscheinenden Lumens der Palisadenzellen zu ihrer Wandstärke. Die „Netzung" kommt dadurch zustande, daß die Palisadenzellen der Samenschale ungleich lang sind. In netzartiger Anordnung sind längere Zellen vorhanden, die über ihre Umgebung herausragen und daher im mikroskopischen Aufsichtsbild dunkler erscheinen. Diese Netzung der Samenschale ist charakteristisch für Rübsen, während die Samenschale von Raps im typischen Fall keine Netzung aufweist. Die Zellwände der Palisadenzellen sind bei Rübsen so verdickt, daß das Zellumen nur noch als heller Punkt erscheint. Die Palisadenzellen der Samenschale von Raps sind viel weitlumiger und erscheinen im typischen Fall als helle, eckige Flächen. Auf diesen Unterscheidungsmerkmalen (siehe Abbildungen Nr. 1—5) basieren die von den Samenprüfstellen bisher durchgeführten Echtheitsbestimmungen.

2. Echtheitsbestimmung auf Grund der Merkmale von Jungpflanzen

Eine Methode für die Echtheitsbestimmung von Brassica-Samen auf Grund der Merkmale junger Pflanzen hat Eitrig[5] ausgearbeitet. Zur Beurteilung werden die Form der Keimblätter und Primärblätter sowie ihre Behaarung herangezogen (siehe Abbildungen Nr. 6—10). Bei den Keimblättern ist das Größenverhältnis von Höhe zu Breite maßgebend. Bei Raps verhält sich die Höhe des Keimblattes, gemessen vom Blattgrund bis zur Basis des Einschnittes, zu seiner größten Breite wie 1 : 2, bei Rübsen wie 2 : 3. Deutlicher und zuverlässiger als diese Unterschiede sind die Merkmale der Primärblätter. Eine nach oben, besonders aber nach unten spitz zulaufende Form der Blätter, bei denen die größte Breite deutlich im oberen Drittel liegt, ist charakteristisch für Raps. Das Rübsenblatt gleicht in seiner Form mehr einer auf der Längsachse stehenden Ellipse, wobei sein Blattrand gegenüber dem spitz gezähnten Blatt von Raps gewellt erscheint. Wertvolle Unterscheidungsmerkmale sind ferner die unterschiedlich gestalteten Haare und die verschieden starke Behaarung der Primärblätter. Gerade, zugespitzte Haare finden sich bei Raps. Bei ihm ist auch die Behaarung im allgemeinen viel geringer als bei Rübsen. Außer der stärkeren Behaarung fallen beim Rübsenblatt retortenförmige Haare auf, die neben einfachen, geraden Haaren vorkommen.

Die Echtheitsbestimmung an den Jungpflanzen setzt unter natürlichen Bedingungen in den Sommermonaten mindestens eine fast 3 Wochen lange, in den Wintermonaten eine 4—5 Wochen lange Anzucht voraus. Die Versuchsdauer kann nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. Eifrig um etwa die Hälfte der Zeit abgekürzt werden, wenn den Keimlingen Dauerlicht, optimale Temperatur und Feuchtigkeit geboten werden, wie es der von Eifrig[6] verwendete Keim- und Anzuchtschrank oder ein entsprechend eingerichteter Thermokonstanzraum ermöglicht.

3. Echtheitsbestimmung auf Grund der Merkmale erwachsener Pflanzen

Die Merkmale, die für die Unterscheidung von Raps- und Rübsenpflanzen in Betracht kommen (siehe auch Hegi[11]), sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Die zur Unterscheidung der erwachsenen Raps- und Rübsenpflanzen angegebenen Merkmale besitzen nicht alle den gleichen diagnostischen Wert. So kommt (nach Hegi) bei Raps zuweilen auch der für Rübsen typische doldentraubige Blütenstand vor. Tritt er bei einer Rapsflanze auf, so kann er nur dann als Rübsenmerkmal gewertet werden, wenn die Pflanze noch andere Rübsenmerkmale zeigt. Die Haltung der Kelchblätter kann ebenfalls nicht streng beurteilt werden, weil sie nur bei jungen Blüten typisch ausgeprägt ist. Von den Züchtern werden auf Grund ihrer praktischen Erfahrungen Form, Farbe und Behaarung der Blätter, Gestalt des Blütenstandes und Art des Aufblühens sowie Schotenstellung und Schnabellänge als wichtige Unterscheidungsmerkmale vorgeschlagen.

II. Eigene Untersuchungen

Für die Bestimmung der Echtheit der Samen von Raps und Rübsen sowie anderer sehr ähnlicher Brassica-Samen kommen in der Praxis der Samenprüfung nur solche Methoden in Frage, die nicht nur eine sichere, sondern auch eine möglichst rasche Diagnostizierung im Laboratorium ermöglichen. Echtheitsbestimmungen an erwachsenen Pflanzen scheiden daher von vornherein aus. Auch die Methode von Eifrig nimmt noch verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch. Jede Methode, die eine Echtheitsbestimmung an Samen selbst ermöglicht, muß rascher zum Ziele führen. Durch die folgenden Untersuchungen sollte daher geprüft werden, ob eine sichere Echtheitsbestimmung auf Grund von Samenmerkmalen möglich ist.

Die Unterschiede in der anatomischen Struktur der Samenschale zwischen Raps und Rübsen sind zwar, wie schon erwähnt, seit langem bekannt, doch liegen bis heute keine ausreichenden Erfahrungen darüber vor, ob die Merkmale bei sämtlichen Samen einer Art und deren Sorten immer so eindeutig ausgeprägt sind, daß in jedem Falle Raps- und Rübsensamen mit Sicherheit unterschieden werden können. Bei den an der Samenprüfstelle Augustenberg laufend durchgeführten Echtheitsbestimmungen zeigte sich immer wieder, daß selbst in Hochzucht- und Elitesaatgut außer Samen mit einer für die jeweilige Art charakteristisch ausgebildeten Samenschale auch solche auftreten, deren Schalenstruktur eine Mittelstellung bzw. Übergangsformen zwischen dem Rapstyp und dem Rübsentyp erkennen lassen. Je nachdem, ob derartige Übergangsformen mehr dem Rapstyp oder dem Rübsentyp zuzuweisen waren, wurden sie entweder als „Ra-Rü" oder „Rü-Ra" bezeichnet und entsprechend als zu Raps oder Rübsen gehörig beurteilt.

Tabelle 1

Unterscheidungsmerkmale von Raps- und Rübsenpflanzen

	Raps	Rübsen
Stengel:	kräftig	schwach
Beginn der Verzweigung:	wenig oberhalb der Stengelbasis	weit oberhalb d. Stengelbasis
Haltung der Seitenzweige:	abstehend (buschiges Aussehen der Pflanze)	in spitzem Winkel zur Hauptachse (schlankes Aussehen der Pflanze)
Blätter:		
Farbe:	dunkelgrün, alle Bl. bläulich bereift	grasgrün, nur Stengelbl. manchmal bereift
Blattspitze:	dreieckig — spitz	rundspitz (abgerundet)
Blattgrund:	seicht herzförmig, 1/2 bis 2/3 stengelumfassend	tief herzförmig, völlig stengelumfassend
Behaarung:	untere Blätter etwas borstig behaart, obere Blätter kahl	alle Blätter mehr oder weniger borstig behaart
Blütenstand und Art des Aufblühens:	verlängerte Traube, Knosp. überragen die Blüten	dicht doldentraub., Blüten überragen die Knospen
Blüte:		
Kelchblätter:	aufrecht abstehend	weit abstehend
Blütenblätter:	Nagel fast so lang wie die Platte, etwas kürzer als d. Kelch	Nagel deutlich kürzer als die Platte, deutl. kürz. als der Kelch
Staubbeutel:	kurz vor dem Aufplatzen mit rotem Punkt	kurz vor dem Aufplatzen ohne roten Punkt
Blütenstiele:	so lang oder wenig länger als die Blüte	immer länger als d. Blüte
Schote:		
Haltung:	waagerecht abstehend, Schote und Stiel eine Gerade bildend	senkrecht a. waagerechtem Stiel, Schote und Stiel einen deutlichen Winkel bildend
Schnabel:	kürzer	länger
Verhältnis von Klappe zu Schnabel:	> 1 : 4,5	< 1 : 4,5

Die vordringlichste Aufgabe bestand zunächst darin, an möglichst einwandfreiem Zuchtmaterial der im Bundesgebiet zugelassenen und angebauten Sorten von Raps und Rubsen einschließlich Futterraps und Futter-

rübsen zu untersuchen, inwieweit die anatomische Struktur der Samenschale bei den Samen einer Sorte einheitlich ausgebildet ist.

Danach war zu prüfen, ob aus den Samen, bei denen eine für die betreffende Art nicht typische Ausbildung der Samenschale festgestellt wurde, Pflanzen hervorgehen, die in ihrem Habitus vom Typ abweichen und Merkmale der anderen Art zeigen. Zu diesem Zwecke mußte jeder einzelne Samen im Anschluß an die mikroskopische Untersuchung der Samenschale zur Aussaat gebracht und die daraus hervorgegangene Pflanze auf ihre Zugehörigkeit entweder zu Raps oder zu Rübsen geprüft werden. Dabei erfolgte zunächst eine Echtheitsbestimmung an den Jungpflanzen nach der Methode von Eifrig[5] und eine weitere Echtheitsbestimmung an den bis zur Blüte und Fruchtreife herangezogenen Pflanzen. Durch diese vergleichenden Untersuchungen war es möglich, festzustellen, inwieweit die anatomische Struktur der Samenschale für die Unterscheidung von Raps- und Rübsensamen geeignet ist. Gleichzeitig konnte die Methode von Eifrig*) auf ihre Anwendbarkeit für Echtheitsbestimmungen an den Samen der verschiedenen zugelassenen Raps- und Rübsensorten nachgeprüft werden.

Durch Selbstungen und Kreuzungen und die Untersuchung der dabei entstandenen Samen im Vergleich zu den Samen, aus denen sich die Elternpflanzen entwickelt hatten, sollten die Erbkonstanz der Samenschalenmerkmale untersucht und Hinweise für die Entstehung der Übergangsformen erhalten werden.

1. Material und Methode

a) Die untersuchten Raps- und Rübsensorten

Das für die Untersuchungen verwendete Samenmaterial der im Bundesgebiet zugelassenen Raps- und Rübsen- bzw. Futterraps- und Futterrübsensorten wurde von den Züchtern zur Verfügung gestellt, denen ich auch an dieser Stelle bestens danke. In Tab. 2 sind die untersuchten Sorten, die Anbaustufe des Saatgutes sowie die Entstehung der Sorten nach Angaben der Züchter zusammengestellt. Die Sorte Hohenheimer Winterraps konnte in die Untersuchungen nicht einbezogen werden, da der Züchter der Sorte kein Samenmaterial zur Verfügung stellte.

Tabelle 2

Die untersuchten Raps- und Rübsensorten

Sorte	Anbaustufe	Entstehung der Züchtung laut Mitteilung des Züchters
Rapssorten:		
1. Janetzkis Schlesischer Winterraps	Superelite	Auslese aus ostdeutscher Landsorte u. Einkreuzung von osteuropäischen Herkünften

*) Herr Dr. H. Eifrig, Samenprüfstelle Münster i. W., hat mir in entgegenkommender Weise seine bisher noch nicht veröffentlichten Untersuchungsergebnisse mitgeteilt, wofür ich ihm auch an dieser Stelle aufrichtig danke.

Sorte	Anbaustufe	Entstehung der Züchtung laut Mitteilung des Züchters
2. Gebr. Dippes (platzfest) Winterraps	Hochzucht	Kreuzung einer schwedischen Landsorte mit Lembkes Winterraps
3. Lembkes Winterraps	Stammsaat	Auslese aus einer alten Poeler Landsorte seit 1911
4. Niederarnbacher Winterraps	Hochzucht	—
5. Firlbecks Winterraps		—
6. Janetzkis Weihenstephaner Sommerraps	Superelite	Ursprungsform unbekannt, wahrscheinlich Winterraps
7. Liho Sommerraps	Superelite	Linientrennung aus russisch. Wechselraps. Keine Einkreuzung von Rübsen
8. Späths Zollerngold (Sommerraps)	Elite	Auslese a. Mutationen eines wilden Aufwuchses
Rübsensorten:		
9. Janetzkis Winterrübs.	Superelite	Kreuzung verschieden. Landsorten unbek. Herkunft
10. Grubers Winterrübs.	aus d. Zuchtgarten	Auslese aus einer ostpreuß. Landsorte seit etwa 25 Jahren
11. Lembkes Winterrübs.	aus d. Zuchtgarten	Auslese aus einer alten Poeler Landsorte seit 1911
12. Firlbecks (früh) Winterrübsen		—
13. Maleksberger Sommerrübsen	Einzelpflanzennachkommenschaft	—
Futterraps- und Futterrübsensorten:		
14. Odenwäld. Sprengelrübsen	Superelite	Keine Einkreuzung von Raps
15. Schneiders Sprengelrübsen	Elite	Auslese aus einer frühblüh. Landsorte des badischen Odenwälder Sprengelrübs.
16. Schneiders Sprengelraps	Elite	Kreuzung einer im Rheingau verwilderten, winterfesten Rapsform mit sog. Essexraps neuseeländ. Herkunft
17. Schneiders Schafkohl	Elite	Kreuzung von sog. Essexraps mit einer sehr spätblühend. neuseeländ. Rapskohlart

b) Die Präparation der Samenschale für die mikroskopische Untersuchung

Die folgende Art der Präparation erlaubt es, die gesamte Samenschale im Aufsichtsbild mikroskopisch zu untersuchen und zahlreiche Samen in relativ kurzer Zeit zu testen. Die Samen werden über Nacht in Chloralhydrat eingeweicht und dann 3 Minuten darin aufgekocht. Durch einen leichten Druck auf die so vorbereiteten, auf einer Glasplatte ausgelegten Samen läßt sich der Keim ohne weiteres herausquetschen. Die Samenschale wird nun mit einer feinen Präparierlanzette an mehreren Stellen vorsichtig so weit eingeschnitten, daß sie mit ihrer Innenfläche möglichst flach auf einen Objektträger aufgelegt und in Chloralhydrat eingeschlossen werden kann. Dazu werden sog. Rillenobjektträger verwendet, auf denen bis zu 20 Samenschalen Platz finden. Dunkel gefärbte Samenschalen, wie sie bei manchen Sorten besonders häufig vorkommen, sind meist spröde und lassen sich nur schwer präparieren. Hier hat sich ein Zusatz von einigen Tropfen Glyzerin zu den in Chloralhydrat eingeweichten Samen als vorteilhaft erwiesen. Bei den Samen, die zur Aufzucht von Keimpflanzen verwendet wurden, erfolgte die Präparation nach dem Ankeimen.

c) Die Beurteilung der Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung

Für die genaue Beurteilung des mikroskopischen Befundes war es nötig, nicht nur den Rapstyp vom Rübsentyp zu unterscheiden, sondern auch die einzelnen Übergangsformen zwischen den beiden Typen deutlich voneinander abzugrenzen. Dazu wurden je nach der Ausbildung der Netzung 8 Gruppen gebildet, die der Beurteilung aller folgenden Untersuchungen zugrunde liegen und in folgendem Schema festgelegt sind (siehe auch Abb. 1—5).

1. Keine Netzung:	Gleichmäßige Ausbildung der Samenschale ohne jegliche Andeutung einer Netzung, typisch für Raps
2. Stellenweise angedeutete Netzung:	An einzelnen Stellen der Samenschale zusammenhanglose Bruchstücke von „Maschen einer schwachen Netzung“
3. Angedeutete Netzung:	Auf der ganzen Fläche der Samenschale Bruchstücke von „Maschen einer schwachen Netzung“
4. Stellenweise deutliche Netzung:	Einzelne Flächen der Samenschale mit vollständig ausgebildeten „Maschen der Netzung“

5. Deutliche Netzung:	Die ganze Fläche der Samenschale mit vollständig ausgebildeter, noch nicht starker Netzung
6. Stellenweise starke Netzung:	Die ganze Fläche der Samenschale mit vollständig ausgebildeter, noch nicht starker Netzung, bei der jedoch einzelne Stellen stärker hervortreten
7. Starke Netzung:	Die ganze Fläche der Samenschale mit stark hervortretender Netzung, typisch für Rübsen
8. Sehr starke Netzung:	Die ganze Fläche der Samenschale mit auffallend stark hervortretender Netzung, ebenfalls typisch für Rübsen

Für die Beurteilung von Wandstärke und Lumen der Palisadenzellen wurde zwischen folgenden 3 Möglichkeiten unterschieden:

1. Enges Lumen: Der Durchmesser des Lumens ist mindestens ebenso groß wie die Wandstärke der Zelle (typisch für Rübsen).
2. Weites Lumen: Der Durchmesser des Zellumens ist ungefähr dreimal so groß wie die Wandstärke der Zelle (typisch für Raps).
3. Mittelweites Lumen: Der Durchmesser des Zellumens hat eine Größe, die eine Mittelstellung zwischen engem und weitem Lumen einnimmt (Übergangsform zwischen Raps und Rübsen).

d) Die Aufzucht der Pflanzen für die Echtheitsbestimmungen

Für die Echtheitsbestimmung an Jungpflanzen nach Eifrig wurden von jeder zu untersuchenden Sorte 100 Samen im Jacobsen-Keimapparat angekeimt. Nach 3—4 Tagen wurden die Keimlinge, deren Samenschale für die mikroskopische Untersuchung entfernt worden war, einzeln in Blumentöpfe (8 cm ⌀) pikiert und im Freiland aufgestellt. Sobald die Primärblätter der Pflanzen eine Größe von 8—10 mm erreicht hatten, erfolgte die Messung der Kotyledonen unmittelbar an der Pflanze und die mikroskopische Untersuchung eines von der Pflanze abgetrennten Primärblattes.

Für die Echtheitsbestimmung an erwachsenen Pflanzen wurden dieselben, inzwischen 4 Wochen alt gewordenen Jungpflanzen in Abständen von 25 : 30 cm ins Freiland ausgesetzt, wo sie bis zur Samenreife verblieben. Die erste Kontrolle fand während der Hauptblütezeit, die zweite zur Zeit der Fruchtreife statt.

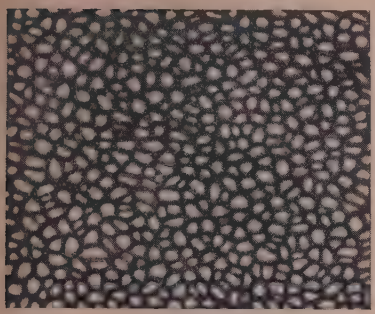


Abb. 1. Keine Netzung, weites Lumen der Palisadenzellen, Rapstyp.

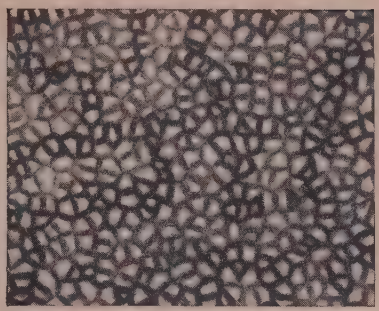


Abb. 2. Angedeutete Netzung, weites Lumen der Palisadenzellen, noch als Raps zu bezeichnen.

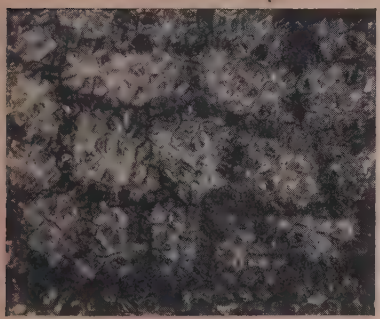


Abb. 3. Deutliche Netzung, mittelweites Lumen der Palisadenzellen, Übergangsform zwischen Raps und Rübsen.

Abb. 4. Starke Netzung, enges Lumen der Palisadenzellen, Rübsentyp.

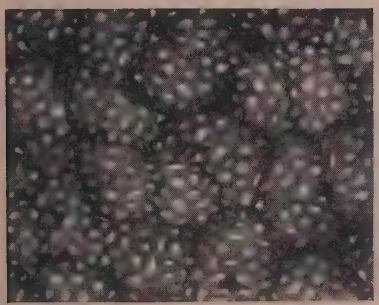


Abb. 5. Sehr starke Netzung, enges Lumen d. Palisadenzellen, Rübsentyp.

2. Die anatomische Struktur der Samenschale

Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen sind getrennt nach Raps-, Rübsen-, Futterraps- und Futterrübsensorten in den Tab. 3—6 zusammengestellt. Den Ergebnissen liegt bei den winterannuellen Sorten die Untersuchung von jeweils 200 wahllos abgezählten Samen zugrunde. Bei den sommerannuellen Sorten sind die Ergebnisse aus der Untersuchung von je 400 Samen gewonnen, da die Versuche des Jahres 1952 im folgenden Jahr wiederholt wurden.

a) Die Samenschale der Rapssorten

Aus Tab. 3 geht hervor, daß die Samenschalen bei keiner der untersuchten 8 Rapssorten einheitlich ausgebildet sind. Neben Samenschalen ohne Netzung kommen solche mit Netzungen in verschiedener Stärke bis zur starken Netzung vor. Auch die Weite des Lumens der Palisadenzellen schwankt bei den Samen der verschiedenen Rapssorten stark.

Im Durchschnitt aller untersuchten Winterraps- und Sommerrapssorten zeigten nur 21 % der Samen keine Netzung der Samenschale, wie sie für Raps charakteristisch ist. Aber auch unter diesen Samen waren solche vertreten, die ein enges (4 %) oder mittelweites (2 %) Lumen der Palisadenzellen, also ein Merkmal zeigten, das auf Rübsencharakter hinweist, jedenfalls nicht typisch für Raps ist. Der hohe Prozentsatz von 42 % Samen mit stellenweise angedeuteter Netzung und 13% Samen mit angedeuteter Netzung in dem zuchtreinen Material spricht dafür, daß auch Samen mit dieser Art von Netzung noch als Raps zu betrachten sind. Daraus ergibt sich, daß höchstens 76 % der Samen aller Rapssorten auf Grund der Anatomie der Samenschale mit Sicherheit als Rapssamen identifiziert werden können. Die 17 % Samen mit stellenweise deutlicher Netzung nehmen eine Mittelstellung zwischen Raps und Rübsen ein, wobei allenfalls noch die 6 % Samen mit weitlumigen Palisadenzellen zu Raps gerechnet werden können. Die restlichen 7 % Samen mit deutlicher bis starker Netzung müssen unbedingt als Rübsen beurteilt werden, zumal sie gleichzeitig fast immer enges bzw. mittelweites Zellumen aufweisen.

b) Die Samenschale der Rübsensorten

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Samenschalen der 5 Rübsensorten ergab sich, wie Tab. 4 zeigt, eine ähnlich uneinheitliche Ausbildung der Merkmale wie bei den Rapssorten. Das Lumen der Palisadenzellen ist zwar bei den Rübsensorten im Gegensatz zu dem der Rapssorten gleichmäßig eng ausgebildet, die Art der Netzung schwankt jedoch außerordentlich stark.

Im Durchschnitt aller untersuchten Winter- und Sommerrübsensorten zeigten 5 % der Samen sehr starke Netzung, 16 % der Samen starke Netzung und 12 % der Samen stellenweise starke Netzung.

Tabelle 3

Netzung der Samenschale und Größe des Lumens der Palisadenzellen der Samen verschiedener Raps-Sorten

Sorte	Anzahl Samen in %								
	Keine Netzung	Stellenweise angedeutete Netzung	Angedeutete Netzung	Stellenweise deutliche Netzung	Deutliche Netzung	Stellenweise starke Netzung	Starke Netzung	Sehr starke Netzung	Zell-Lumen
	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E
Janetzkis Schlesischer Winterraps	29 1 7 **Zus. 37**	30 5 11 **Zus. 46**	3 2 2 **Zus. 7**	3 3 2 **Zus. 8**	— 1 1 **Zus. 2**				65 12 23
Gebr. Dippes (platzfest) Winterraps	27 — 5 **Zus. 32**	33 7 5 **Zus. 45**	8 1 — **Zus. 9**	8 2 2 **Zus. 12**	2 — — **Zus. 2**				78 10 12
Lembkes Winterraps	13 1 5 **Zus. 19**	37 6 9 **Zus. 52**	5 1 1 **Zus. 7**	13 3 2 **Zus. 18**	1 1 1 **Zus. 3**	— 1 — **Zus. 1**			69 13 18
Niederarnbacher Winterraps	4 2 11 **Zus. 17**	13 13 29 **Zus. 55**	2 1 10 **Zus. 13**	2 6 3 **Zus. 11**	1 1 2 **Zus. 4**				22 23 55
Firlbecks Winterraps	7 3 3 **Zus. 13**	18 20 5 **Zus. 43**	4 9 4 **Zus. 17**	3 18 3 **Zus. 24**	— 3 — **Zus. 3**				32 53 15
Janetzkis Weihenstephaner Sommerraps	23 3 — **Zus. 26**	27 5 1 **Zus. 33**	9 3 1 **Zus. 13**	6 9 2 **Zus. 17**	2 2 2 **Zus. 6**	— 1 1 **Zus. 2**	1 1 1 **Zus. 3**		68 24 8
Liho Sommerraps	9 2 — **Zus. 11**	16 13 2 **Zus. 31**	7 7 6 **Zus. 20**	6 14 2 **Zus. 22**	1 3 6 **Zus. 10**	— 3 2 **Zus. 5**	— — 1 **Zus. 1**		39 42 19
Späths Zollerngold (Sommerraps)	12 8 2 **Zus. 22**	9 18 4 **Zus. 31**	4 14 2 **Zus. 20**	3 18 3 **Zus. 24**	1 — 1 **Zus. 2**	— — 1 **Zus. 1**			29 58 13
Im Durchschnitt	15 2 4 **Zus. 21**	23 11 8 **Zus. 42**	5 5 3 **Zus. 13**	6 9 2 **Zus. 17**	1 1 2 **Zus. 4**	— 1 1 **Zus 2**	— — 1 **Zus. 1**		50 29 21

W = Weites Lumen der Palisadenzellen. E = Enges Lumen der Palisadenzellen. WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen

Tabelle 4

Netzung der Samenschale und Größe des Lumens der Palisadenzellen der Samen verschiedener Rübsen-Sorten

Sorte	Anzahl Samen in %								
	Keine Netzung	Stellenweise angedeutete Netzung	Angedeutete Netzung	Stellenweise deutliche Netzung	Deutliche Netzung	Stellenweise starke Netzung	Starke Netzung	Sehr starke Netzung	Zell-Lumen
	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E
Janetzkis Winterrübsen		1 2 2 **Zus. 5**	— 1 10 **Zus. 11**	— — 13 **Zus. 13**	— — 31 **Zus. 31**	— — 13 **Zus. 13**	— 1 19 **Zus. 20**	— — 7 **Zus. 7**	1 4 95
Grubers Winterrübsen			— 1 13 **Zus. 14**	— 1 16 **Zus. 17**	— 1 36 **Zus. 37**	— — 9 **Zus. 9**	— — 17 **Zus. 17**	— — 6 **Zus. 6**	— 3 97
Lembkes Winterrübsen		— — 2 **Zus. 2**	— — 9 **Zus. 9**	— — 14 **Zus. 14**	— 1 33 **Zus. 34**	— — 16 **Zus. 16**	— — 18 **Zus. 18**	— — 7 **Zus. 7**	— 1 99
Firlbecks (früh) Winterrübsen	— — 2 **Zus. 2**	— — 12 **Zus. 12**	— 1 8 **Zus. 9**	— — 15 **Zus. 15**	— — 30 **Zus. 30**	— — 12 **Zus. 12**	— — 13 **Zus. 13**	— — 7 **Zus. 7**	— 1 99
Maleksberger Sommerrübsen	— — 1 **Zus. 1**	— 1 3 **Zus. 4**	— 1 6 **Zus. 7**	— 2 25 **Zus. 27**	— 1 37 **Zus. 38**	— 1 9 **Zus. 10**	— — 12 **Zus. 12**	— — 1 **Zus. 1**	— 5 95
Im Durchschnitt	— — 1 **Zus. 1**	— 1 4 **Zus. 5**	— 1 9 **Zus. 10**	— 1 16 **Zus. 17**	— 1 33 **Zus. 34**	— — 12 **Zus. 12**	— — 16 **Zus. 16**	— — 5 **Zus. 5**	— 4 96

W = Weites Lumen der Palisadenzellen. E = Enges Lumen der Palisadenzellen. WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen.

Diese Samen sind zweifellos typische Rübsensamen. Da deutliche Netzung der Samenschale bei allen Rübsensorten am häufigsten und in ungefähr gleichem Prozentsatz, im Durchschnitt bei 34 % der Samen, auftritt, muß diese Art der Netzung noch als typisch für Rübsen betrachtet werden. Somit lassen sich im Durchschnitt aller Rübsensorten 67 % der Samen auf Grund der anatomischen Struktur der Samenschale einwandfrei als Rübsen identifizieren. Dagegen können die 17 % Samen mit stellenweise deutlicher Netzung nicht eindeutig beurteilt werden. Sie nehmen eine Mittelstellung zwischen Raps und Rübsen ein. Selbst wenn diese 17 % Samen als Rübsensamen angesprochen werden, bleiben immer noch 16 % Samen, die nach der Art ihrer Netzung unter allen Umständen als Raps zu beurteilen sind.

c) Die Samenschale der Futterrübsensorten

Bei den Samen der Sprengelrübsensorten treten, wie Tab. 5 zeigt, alle Übergangsformen von keiner bis zu sehr starker Netzung der Samenschale auf. Hier bestehen fast die gleichen Verhältnisse wie bei den Rübsensorten. Im Durchschnitt der beiden Sprengelrübsensorten muß fast ein Viertel (23 %) der Samen auf Grund der Netzung der Samenschale als Raps beurteilt werden. Eine Unterscheidung der Futterrübsensamen von den Ölrübsensamen ist durch die mikroskopische Untersuchung der Samenschale nicht möglich.

d) Die Samenschale der Futterrapssorten

Die Samen von Schneiders Sprengelraps und Schneiders Schafkohl gleichen in der Struktur der Samenschale grundsätzlich den Rapssamen (Tab. 6). Bei Schneiders Schafkohl sind Netzung und Lumen sogar einheitlicher ausgebildet als bei den Ölrapssorten. Von allen Rapssorten kann Schneiders Schafkohl noch am besten von Rübsensamen unterschieden werden. Bei Schneiders Sprengelraps fällt dagegen die große Anzahl von Samen mit stellenweise deutlicher Netzung, d. h. einer Übergangsform zu Rübsen auf. Derartige Samen können nicht eindeutig als Rapssamen identifiziert werden, zumal das häufige Auftreten von mittelweitem und engem Zellumen ebenfalls auf Rübsencharakter hindeutet. Eine Unterscheidung der Futterrapssamen von den Ölrapssamen ist auf Grund der Anatomie der Samenschale nicht möglich.

Die mikroskopischen Untersuchungen der Samenschalen der Raps- und Rübsensorten haben gezeigt, daß die für Raps und Rübsen bisher als charakteristisch angesehenen Merkmale nicht so einheitlich ausgebildet sind, daß sie zur Unterscheidung der beiden Arten herangezogen werden können. Die Netzung der Samenschale wie auch die Größe des Lumens bzw. die Wandstärke der Palisadenzellen schwanken innerhalb einer Art sehr stark, so daß zahlreiche Übergangsformen und sogar die typischen Merkmale der anderen Art auftreten. Dieser Umstand erschwert die sichere Identifizierung der einzelnen Samen außerordentlich und macht sie oft unmöglich.

Tabelle 5

Netzung der Samenschale und Größe des Lumens der Palisadenzellen der Samen von Sprengelrübsen-Sorten

Sorte	Anzahl Samen in %								
	Keine Netzung	Stellenweise angedeutete Netzung	Angedeutete Netzung	Stellenweise deutliche Netzung	Deutliche Netzung	Stellenweise starke Netzung	Starke Netzung	Sehr starke Netzung	Zell Lumen
	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E
Odenwälder Sprengelrübsen	— — 3 **Zus. 3**	— — 14 **Zus. 14**	— 1 9 **Zus. 10**	— — 26 **Zus. 26**	— — 32 **Zus. 32**		— — 13 **Zus. 13**	— — 2 **Zus. 2**	— 1 99
Schneiders Sprengelrübsen	— — 11 **Zus. 11**	— — 3 **Zus. 3**	— — 5 **Zus. 5**	— 1 30 **Zus. 31**	— — 13 **Zus. 13**	— — 28 **Zus. 28**	— — 5 **Zus. 5**	— — 4 **Zus. 4**	— 1 99
Im Durchschnitt	— — 7 **Zus. 7**	— — 8 **Zus. 8**	— 1 7 **Zus. 8**	— 1 28 **Zus. 29**	— — 22 **Zus. 22**	— — 14 **Zus. 14**	— — 9 **Zus. 9**	— — 3 **Zus. 3**	

W = Weites Lumen der Palisadenzellen. E = Enges Lumen der Palisadenzellen. WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen.

Tabelle 6

Netzung der Samenschale und Größe des Lumens der Palisadenzellen der Samen von Sprengelraps und Schafkohl

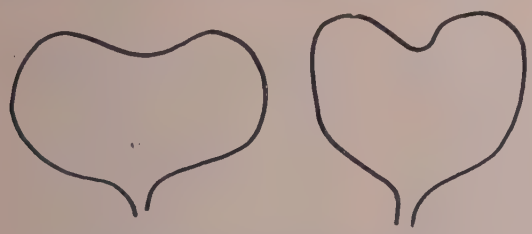
Sorte	Anzahl Samen in %								
	Keine Netzung	Stellenweise angedeutete Netzung	Angedeutete Netzung	Stellenweise deutliche Netzung	Deutliche Netzung	Stellenweise starke Netzung	Starke Netzung	Sehr starke Netzung	Zell-Lumen
	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E	W WE E
Schneiders Sprengelraps	1 2 1 **Zus. 4**	7 31 9 **Zus. 47**	— 6 4 **Zus. 10**	3 27 7 **Zus. 37**	— 2 — **Zus. 2**				11 68 21
Schneiders Schafkohl	54 13 3 **Zus. 70**	14 14 — **Zus. 28**		— 2 — **Zus. 2**					68 29 3
Im Durchschnitt									40 48 12

W = Weites Lumen der Palisadenzellen. E = Enges Lumen der Palisadenzellen. WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen.

3. Die Echtheitsbestimmung an Jungpflanzen im Vergleich zur Echtheitsbestimmung auf Grund der Merkmale der Samenschale

Bei den Echtheitsbestimmungen nach Eifrig wiesen fast alle Jungpflanzen der untersuchten Sorten die für die betreffende Art typischen Merkmale auf. Nur bei Schneiders Schafkohl war ein etwas höherer Prozentsatz an nicht ganz typisch ausgebildeten Jungpflanzen vorhanden.

Kotyledonenformen, die nicht ganz dem Typus der Art entsprachen, wurden bei den Ölraps- sowie bei den Ölrübsensorten im Durchschnitt nur bei 2 % der Pflanzen festgestellt. Im Mittel der



a) b)

Abb. 6. Form der Kotyledonen
a) von Raps b) von Rübsen.

beiden Sprengelrübsensorten wiesen nur 0,5 % der Pflanzen eine nicht ganz typische Form der Kotyledonen auf. Bei Schneiders Sprengelraps zeigten 2 %, bei Schneiders Schafkohl jedoch 13 % der Pflanzen nicht typische Kotyledonen.

Die Form der Primärblätter war im Durchschnitt der untersuchten Ölrapssorten bei 6 % der Pflanzen nicht ganz typisch, bei Schafkohl waren es 10 %, bei Sprengelraps 0 %. Alle fraglichen Primärblätter ließen jedoch ihren Rapscharakter auf Grund ihrer schwachen Behaarung und des Fehlens von Retortenhaaren einwandfrei erkennen. Bei den Ölrübsensorten waren im Durchschnitt 3 %

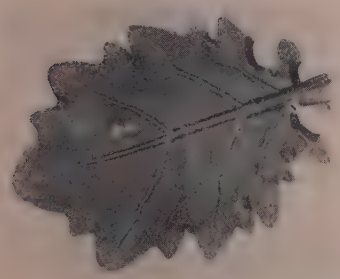


Abb. 7 Primärblatt von Raps

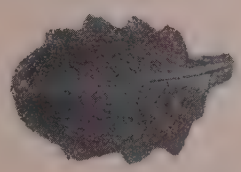
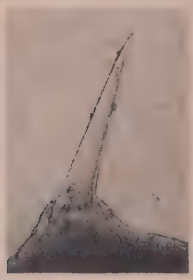


Abb. 8 Primärblatt von Rübsen

der Primärblätter, bei den Sprengelrübsensorten 13 % nicht typisch geformt. In diesen Fällen ließ indessen die starke Behaarung und die Anwesenheit von Retortenhaaren eine einwandfreie Identifizierung als Rübsen zu.

Für die Beurteilung der Echtheit kommt der Form der Kotyledonen den Merkmalen der Primärblätter gegenüber nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Eine atypische Kotyledonenform spricht nur dann für die Zugehörigkeit zu einer anderen Art, wenn gleichzeitig auch atypisch ausgebildete Primärblätter auftreten. Dies war jedoch nie der Fall. Bei allen untersuchten Sorten konnten dem-



a)

b)

Abb. 9 Charakteristische Haare des Blattrandes
a) von Raps b) von Rübsen

nach sämtliche Jungpflanzen als zu der jeweiligen Art gehörend identifiziert werden. Das Samenmaterial aller Sorten erwies sich als artenecht.

Vergleicht man die Ergebnisse der an Jungpflanzen durchgeführten Echtheitsbestimmungen mit den Resultaten der Echtheitsbestimmung auf Grund der Merkmale der Samenschale, so ergibt sich bei keiner der untersuchten Sorten eine Übereinstimmung. Während sich sämtliche Jungpflanzen der Rapssorten als zu Raps gehörig erwiesen, waren auf Grund der mikroskopischen Untersuchung der Samenschale (Tab. 3) nur 76 % der Samen mit Sicherheit als Raps zu identifizieren. 7 % der Samen mußten einwandfrei als Rübsensamen angesprochen werden. Von den übrigen 17 % Samen sind mindestens 11 % ebenfalls zu Rübsen zu rechnen. Desgleichen konnten sämtliche Jungpflanzen der untersuchten Rübsensorten als Rübsen identifiziert werden, während auf Grund der anatomischen Struktur der Samenschale nur 67 % aller Samen mit Sicherheit und weitere 17 % nur mit Vorbehalt als Rübsen zu erkennen waren (Tab. 4). Ähnliche Verhältnisse ergaben sich auch bei den Futterraps- und Futterrübsensorten (Tab. 5 u. 6).

4. Die Echtheitsbestimmung an erwachsenen Pflanzen im Vergleich zur Echtheitsbestimmung an Jungpflanzen und zu derjenigen auf Grund der Merkmale der Samenschale

Bei den gleichen Pflanzen, die schon im Primärblattstadium nach der Methode von Eifrig auf Artenechtheit untersucht worden waren, wurden im erwachsenen Zustande wiederum Echtheitsbestimmungen vorgenommen. Die Samen, denen die Pflanzen entstammten, waren durch die Untersuchung der Samenschale ebenfalls auf ihre Zugehörigkeit zu Raps oder Rübsen beurteilt worden.

Die an den erwachsenen Pflanzen durchgeführten Echtheitsbestimmungen erbrachten folgende Ergebnisse: Keine einzige der aus den Samen der verschiedenen Rapssorten hervorgegangenen Pflanzen zeigte ausgesprochenen Rübsencharakter, ebensowenig wie aus den Samen der Rübsensorten erwachsene Pflanzen, die typische morphologische Ausgestaltung von Raps erkennen ließen. Es waren zwar bei allen Sorten, wie Tab. 7 zeigt, einzelne Pflanzen vorhanden, die in bezug auf eines der untersuchten Merkmale, und wenige Pflanzen, die in bezug auf zwei Merkmale nicht typisch gestaltet waren, doch betrafen diese Abweichungen vom Typus meist Merkmale, denen kein großer diagnostischer Wert zukommt, wie die Art des Aufblühens der Blütenstände oder die Haltung der Kelchblätter. Aus Tab. 7 geht im einzelnen hervor, wieviel Pflanzen (%) in bezug auf bestimmte Merkmale vom Typus der betreffenden Art abwichen.

Auf Grund der Echtheitsbestimmungen an den erwachsenen Pflanzen ist das verwendete Saatgut sämtlicher Sorten frei von artfremden Samen. Zu den gleichen Ergebnissen hatten die Echtheitsbestimmungen an den Jungpflanzen geführt. Völlig andere Ergebnisse erbrachte die Beurteilung auf Grund der Ausbildung der Samenschale, wonach das Samenmaterial fast aller Sorten einen größeren Prozentsatz an Samen mit typischen Merkmalen der anderen Art enthielt (siehe Tab. 3—6). Diese Samen ließen aber keine Pflanzen mit ausgesprochen artfremdem Habitus entstehen. So brachten z. B. Rapssamen mit rübsenartiger Samenschale die gleichen typischen Rapspflanzen hervor wie Samen mit typischer Rapsstruktur. Wenn andererseits einzelne erwachsene Pflanzen in bezug auf ein oder zwei Merkmale nicht typisch gestaltet waren, so konnten sie sowohl aus Samen mit atypischer als auch mit typischer Samenschalenstruktur hervorgegangen sein. Das Auftreten nicht ganz typisch gestalteter Pflanzen stand in keiner Beziehung zur Ausbildung der Samenschale. Die miteinander übereinstimmenden Ergebnisse der Artenechtheitsbestimmung an den Jungpflanzen und den erwachsenen Pflanzen weichen also von den Ergebnissen der Echtheitsbestimmung auf Grund der Samenmerkmale weitgehend ab.

Tabelle 7

Prozentualer Anteil an atypisch gestalteten Pflanzen bei verschiedenen Raps- und Rübsensorten

Arten und Sorten	% Pflanzen, atypisch in bezug auf							
	Blattform	Blattfarbe	Blütenstand	Kelch	Schoten		1 Merkmal	2 Merkmale
					Stellung	Verhältnis Klappe: Schnabel		
Winterraps								
Janetzkis Schlesischer Winterraps	0	2,8	18,7	6,1	0	2,6	23,6	2,6
Gebr. Dippes (platzfest) Winterraps	1,2	1,2	11,6	4,5	5,5	10,9	9,7	3,2
Lembkes Winterraps	0	0	33,0	26,6	0	3,8	28,6	17,8
Niederarnbacher Winterraps	0	0	14,3	14,3	8,9	3,6	11,1	3,7
Firlbecks Winterraps	0	0	16,7	11,7	5,0	1,6	13,3	5,3
Im **Durchschnitt** der **Winterraps-Sorten**	**0,2**	**0,8**	**18,9**	**12,6**	**3,9**	**4,5**	**17,4**	**5,7**
Sommerraps								
Janetzkis Weihenstephaner Sommerraps	0	1,8	14,2	0	21,2	1,2	15,3	0,7
Liho Sommerraps	0,5	0,5	3,4	3,0	14,9	0,5	6,7	0
Späths Zollerngold (Sommerraps)	0	6,1	6,3	0	6,3	0,8	11,0	0
Im **Durchschnitt** der **Sommerraps-Sorten**	**0,2**	**2,8**	**7,9**	**1,0**	**14,1**	**0,8**	**11,0**	**0,2**
Winterrübsen								
Janetzkis Winterrübsen	0	3,7	0	3,7	25,0	6,2	7,7	0
Grubers Winterrübsen	12,0	0	0	36,0	—	—	—	—
Lembkes Winterrübsen	8,1	0	2,7	21,6	14,3	14,3	20,0	5,7
Firlbecks Winterrübsen	0	47,8	0	17,6	14,3	30,0	52,7	15,8
Im **Durchschnitt** der **Winterrübsen-Sorten**	**5,0**	**12,9**	**0,7**	**27,2**	**17,9**	**16,8**	**23,8**	**6,3**
Sommerrübsen								
Maleksberger Sommerrübsen	**0**	**0**	**0**	**15,5**	**0,8**	**3,9**	**15,8**	**1,2**
Futterraps								
Schneiders Sprengelraps	**0**	**3,3**	**66,7**	**56,7**	**6,5**	**0**	**33,3**	**47,0**
Im **Durchschnitt aller Sorten**	**1,1**	**4,0**	**18,8**	**22,6**	**8,6**	**5,2**	**16,9*)**	**3,3*)**

*) ohne Berücksichtigung von Schneiders Sprengelraps

5. Selbstungs- und Kreuzungsversuche zur Feststellung der Erbkonstanz der Merkmale der Samenschale

Um den diagnostischen Wert der Merkmale der Samenschale für die Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensamen noch sicherer beurteilen zu können, wurde die Erbkonstanz dieser Merkmale durch Selbstungs- und Kreuzungsversuche an Rapspflanzen geprüft. Dazu mußten einerseits Pflanzen aus Samen herangezogen werden, deren Samenschale dem Typus der Art entsprach (Raps ohne jegliche Netzung und mit weitem Lumen der Palisadenzellen), andererseits Pflanzen aus solchen Samen, die deutlich den Charakter der anderen Art zeigten (Raps mit stellenweise starker Netzung oder deutlicher Netzung und mittelweitem Lumen). Durch Einbinden der Blütenstände in Nesselsäckchen wurde Fremdbestäubung verhindert. Für die Kreuzungen wurden die Blütenknospen der Rapspflanzen vor dem Einbinden kastriert und alle noch jüngeren Knospen sorgfältig entfernt. Die kastrierten Rapsblüten wurden mit dem Blütenstaub von solchen Rübsensamen befruchtet, die aus Samen mit typischen Rübsenmerkmalen (starke Netzung bzw. stellenweise starke Netzung bei engem Lumen) hervorgegangen waren. Außerdem wurden an einer Rapspflanze Befruchtungen mit dem Blütenstaub einer aus einem Samen mit starker Netzung und engem Lumen hervorgegangenen Rapspflanze vorgenommen. Die Samenschale der aus den Selbstbefruchtungen und Kreuzungen erhaltenen Samen wurde mikroskopisch untersucht. In gleicher Weise wurden Samen geprüft, die bei der natürlichen Befruchtung derselben Pflanzen entstanden waren.

a) Ergebnisse von Selbstungen der aus typischen Rapssamen hervorgegangenen Pflanzen

Bei der natürlichen Bestäubung von Rapspflanzen, die aus Samen vom reinen Rapstyp hervorgegangen waren (3 Sommerrapssorten), entstanden Samen, die außer dem reinen Rapstyp alle Übergangsformen bis zum reinen Rübsentyp zeigten. Aber auch bei der Selbstbefruchtung dieser Rapspflanzen traten Samen auf, die in bezug auf die Samenschalenmerkmale nur in den wenigsten Fällen eine Übereinstimmung mit der P-Generation sowie eine Uniformität der F_1-Generation erkennen ließen (Tab. 8). Einige der geselbsteten Pflanzen lieferten nur Samen mit typischer, der P-Generation völlig gleicher Struktur der Samenschale, aus anderen Pflanzen gingen auch Samen mit mehr oder weniger rübsenartigen Übergangsformen hervor. Bei zahlreichen Selbstungen zeigte sich eine ausgesprochene Aufspaltung in der F_1-Generation, da sogar Samen mit typischen Rübsenmerkmalen auftraten.

Die Versuchsergebnisse sprechen dafür, daß auch Samen vom reinen Rapstyp in bezug auf die anatomischen Merkmale der Samenschale nicht immer reinerbig sind.

Tabelle 8

Struktur der Samenschale der F_1-Generation nach Selbstung von Rapspflanzen aus typischen Rapssamen (keine Netzung, weites Zellumen)

% Pflanzen der P-Generation	% Samen der F_1-Generation														
	Keine Netzung			Stellenweise angedeutete Netzung			Angedeutete Netzung			Stellenweise deutliche Netzung			Deutliche Netzung		
	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E
17	100	—	—												
16	77	—	—	23	—	—									
17	15	1	—	50	28	—	—	4	2						
16	40	2	—	44	2	—	—	7	—	—	2	2			
34	19	1	—	23	27	—	1	15	1	—	7	4	—	1	1

W = Weites Lumen der Palisadenzellen
E = Enges Lumen der Palisadenzellen
WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen

b) Ergebnisse von Selbstungen der aus Rapssamen mit typischen Rübsenmerkmalen hervorgegangenen Pflanzen

Für die Selbstungen wurden Pflanzen von zwei Sommerraps-Sorten (Janetzkis Weihenstephaner Sommerraps und Liho Sommerraps) verwendet, die aus Samen mit typischen Rübsenmerkmalen (stellenweise starker Netzung bzw. deutlicher Netzung, mittelweitem Zellumen) hervorgegangen waren und sich bei der Echtheitsbestimmung an Jungpflanzen und erwachsenen Pflanzen als in allen Merkmalen typische Rapspflanzen erwiesen hatten. Die aus den Selbstungen hervorgegangenen Samen zeigten nur selten die gleiche Netzung der Samenschale wie die Samen der Eltern (Tab. 9). Neben verschiedenen Übergangsformen wurden relativ viele Samen mit typischem Rapscharakter, aber auch solche Samen gefunden, bei denen der Rübsencharakter noch stärker ausgeprägt war als bei den Samen der P-Generation.

Wurden Rapspflanzen geselbstet, die aus Samen mit stellenweise deutlicher Netzung bei mittelweitem Zellumen (Übergangsform zwischen Raps und Rübsen) entstanden waren, so zeigten sich in der F_1-Generation nur Samen mit Rapscharakter (Tab. 9).

Die in Tab. 9 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, daß Rapssamen, die in der Ausbildung der Samenschale mehr oder weniger Rübsencharakter zeigen, in bezug auf diese Merkmale nicht reinerbig sind.

Tabelle 9

Struktur der Samenschale der F_1-Generation nach Selbstung von Rapspflanzen aus Samen mit typischen Rübsenmerkmalen

Ausbildung d Samenschale d. P-Generation		% Samen der F_1-Generation																				
Netzung	Zellumen	Keine Netzung			Stellenweise angedeutete Netzung			Angedeutete Netzung			Stellenweise deutliche Netzung			Deutliche Netzung			Stellenweise starke Netzung			Starke Netzung		
		W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E
Stellenweise starke Netzung	mittelweit	10	1	—	16	11	—	2	32	2	—	11	6	—	2	3	—	1	2	—	—	1
Deutliche Netzung	mittelweit	2	2	—	14	11	—	5	31	2	4	14	9	—	2	2	—	2	—			
Stellenweise deutliche Netzung	mittelweit	4	—	—	64	10	—	8	14	—												

W = Weites Lumen der Palisadenzellen. E = Enges Lumen der Palisadenzellen. WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen.

Tabelle 10

Struktur der Samenschale der F_1-Generation von Kreuzungen Raps × Rübsen

P-Generation						% Samen der F_1-Generation																
♀			♂			Keine Netzung			Stellenweise angedeutete Netzung			Angedeutete Netzung			Stellenweise deutliche Netzung			Deutliche Netzung		
Gestalt der Pflanze	Samenschale		Gestalt der Pflanze	Samenschale																
	Netzung	Zellumen		Netzung	Zellumen	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E	W	WE	E
1. Raps	keine	weit	Rübsen	Stellenweise starke	eng	17	—	—	25	18	—	3	36	—	—	—	—	—	—	1
2. Raps	keine	weit	Rübsen	starke	eng	—	—	—	—	—	—	—	52	—	—	24	3	—	21	—
3. Raps	keine	weit	Raps	starke	eng	40	—	—	9	11	—	—	29	—	—	11	—	—	—	—

W = Weites Lumen der Palisadenzellen. E = Enges Lumen der Palisadenzellen. WE = Mittelweites Lumen der Palisadenzellen.

c) Ergebnisse der Kreuzungen von Raps und Rübsen

Durch Kreuzungen von Raps und Rübsen sollte festgestellt werden, in welchem Umfange dabei Übergangsformen in bezug auf die Ausbildung der Samenschale entstehen.

Kreuzt man eine aus einem Rapssamen mit typischer Schalenstruktur hervorgegangene Pflanze (Tab. 10, Nr. 2), die sich bei der Selbstung als homozygot in bezug auf die Merkmale der Samenschale erwiesen hat, mit einer Rübsenpflanze, die aus einem Samen mit typischer Rübsenstruktur (starke Netzung, enges Lumen) entstanden ist, so erhält man nur Samen, die eine Mittelstellung zwischen beiden Eltern einnehmen.

Die Kreuzung einer aus einem Rapssamen mit typischer Schalenstruktur erwachsenen Pflanze mit einer Rapspflanze, die aus einem Samen mit typischen Rübsenmerkmalen hervorgegangen war (Tab. 10, Nr. 3), ergab 40 % Samen vom reinen Rapstyp und 60 % Übergangsformen, jedoch keine Samen vom reinen Rübsentyp. In den Pollenkörnern der eingekreuzten Rapspflanze waren also Erbanlagen für Weitlumigkeit der Palisadenzellen und für das Fehlen der Netzung vorhanden, obwohl der Samen, aus dem diese Pflanze hervorgegangen war, phänotypisch nur Rübsenmerkmale aufwies.

Die beiden Kreuzungsversuche, bei denen jeweils aus Rapssamen mit typischer Schalenstruktur hervorgegangene Rapspflanzen mit Pflanzen gekreuzt wurden, die aus Samen mit starker Netzung und engem Zellumen hervorgegangen waren, haben somit zu ganz verschiedenen Ergebnissen geführt. Dies erklärt sich daraus, daß die Samen, aus denen die pollenliefernden Pflanzen erwachsen waren, zwar phänotypisch gleich waren, jedoch im ersten Falle einer Rübsensorte, im zweiten Falle einer Rapssorte angehörten. Die Pflanzen hatten sich auch bei der Echtheitsbestimmung an Jungpflanzen und erwachsenen Pflanzen im ersten Falle als typische Rübsenpflanzen, im zweiten Falle als typische Rapspflanzen erwiesen. Die Ausbildung der Samenschale hatte die Artenzugehörigkeit des Samens nicht erkennen lassen.

Kreuzungen von Rapspflanzen, die aus Samen mit typischer Schalenstruktur hervorgegangen waren, mit Rübsenpflanzen, die aus Samen mit nur stellenweise starker Netzung und engem Zellumen erwachsen waren (Tab. 10, Nr. 1), erbrachten in der F_1-Generation meist Samen mit Übergangsformen, aber auch Samen mit typischen Rapsmerkmalen. Es ist daher anzunehmen, daß die Rübsenpflanze auch Erbanlagen für keine Netzung und für weites Zellumen, also für die Merkmale des typischen Rapssamens enthielt.

Die Ergebnisse der Selbstungs- und Kreuzungsversuche zeigen mit aller Deutlichkeit, daß die anatomischen Merkmale der Samenschale kein einwandfreies Kriterium für die Unterscheidung von Raps- und Rübsensamen darstellen und sich daher für die Echtheitsbestimmung in der Praxis der Saatgutprüfung nicht eignen. Hierfür

kämen die Merkmale der Samenschale nur dann in Betracht, wenn unsere Raps- und Rübsensorten auch in bezug auf diese Merkmale züchterisch durchgearbeitet würden, was zwar theoretisch möglich wäre, aber wohl nie durchgeführt werden wird.

6. Die Eignung der Fluoreszenzmikroskopie für Echtheitsbestimmungen von Raps- und Rübsensaatgut

Bei der Identifizierung der sehr ähnlichen Samen nahe verwandter Arten führt die Untersuchung im ultravioletten Licht in verschiedenen Fällen zum Ziele. Die zur Unterscheidung von Weiß- und Gelbhafer oder von Deutschem und Welschem Weidelgras übliche Methode der Untersuchung im auffallenden UV-Licht (Quarzlampenanalyse) hat sich nach Versuchen von Eifrig [5] für die Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensaatgut als ungeeignet erwiesen. In den folgenden Versuchen wurde die Reaktion von Samen und Keimlingen der verschiedenen Raps- und Rübsensorten im durchfallenden UV-Licht des Fluoreszenzmikroskopes beobachtet, um Unterscheidungsmerkmale für eine rasch durchzuführende Echtheitsbestimmung aufzufinden. Die Beobachtungen erfolgten sowohl ohne Zusatz von Fluoreszenzfarbstoffen als auch nach Anfärbung mit solchen. Außerdem wurden Versuche zur Fluoreszenzlöschung durchgeführt. Die zu den Untersuchungen verwendeten 2—3 Tage alten Keimlinge waren entweder im Licht (im Jacobsen-Keimapparat) oder — zur Ausschaltung von Fluoreszenzerscheinungen des Chlorophylls — im Dunkeln (in Petrischalen im Keimschrank) herangezogen worden.

a) Untersuchungen im UV-Licht ohne Zusatz von Fluoreszenzfarbstoffen

Samen. Die unverletzten, trockenen oder gequollenen Samen von Raps und Rübsen reagieren im durchfallenden UV-Licht des Fluoreszenzmikroskopes ebensowenig wie im auffallenden UV-Licht der Quarzlampe. Auch die Außenfläche der vom Samen losgelösten Samenschale leuchtet nicht, während deren Innenfläche sowohl bei Raps als auch bei Rübsen hellgelb fluoresziert. Diese Fluoreszenz ist, wie Querschnittsbilder der Samenschale erkennen ließen, in der Aleuronschicht lokalisiert. Die Kotyledonen (kleine Teilstücke oder mikroskopische Schnitte) der trockenen sowie der gequollenen Raps- und Rübsensamen fluoreszieren ebenfalls hellgelb; entfettete Schnitte zeigen nur noch eine schwach grünliche Fluoreszenz der Zellwände. Die Öltropfen, die sich aus Raps- und Rübsensamen leicht auspressen lassen, zeigen für sich allein keine Reaktion. Der Fettfleck, den sie auf Filtrierpapier bilden, leuchtet bei beiden Arten hellgelb.

Bei den fluoreszenzmikroskopischen Untersuchungen am Samen konnten also keine Unterschiede zwischen Raps und Rübsen festgestellt werden.

Keimlinge. Wurzeln und Wurzelhaare von Raps- und Rübsenkeimlingen leuchten im Fluoreszenzmikroskop grünlich-gelb. Vegetationskegel und Leitbündel heben sich durch eine etwas stärkere Fluoreszenz hervor. Sie ist, wie Wurzelquerschnitte zeigen, in den Zellwänden lokalisiert. Hypokotyl und Kotyledonen der im Licht herangewachsenen Keimlinge von Raps und Rübsen fluoreszieren infolge des Chlorophyllgehaltes der Zellen kräftig rot. Auch der im gewöhnlichen Licht völlig farblos erscheinende untere Teil des Hypokotyls zeigt die Rotfluoreszenz, enthält also Chlorophyll. Im fluoreszenzmikroskopischen Bild lassen sich Wurzel und Sproß somit scharf voneinander abgrenzen. Bei den im Dunkeln gewachsenen Keimlingen ist die Chlorophyllwirkung ausgeschaltet. Hier tritt daher die grünlich-gelbe Fluoreszenz der Zellwände in Erscheinung. Dabei fallen im Innern der Zellen äußerst feine, stark rot leuchtende Pünktchen auf, die im wurzelnahen Teil des Hypokotyls nur vereinzelt, in dem gegen die Kotyledonen zu gelegenen Teil fortschreitend in größerer Anzahl vorhanden sind. Dabei handelt es sich sicher um feinste Chlorophyllkörner, die im gewöhnlichen Mikroskop bei gleich starker Vergrößerung nicht zu erkennen sind. Sämtliche an den Keimlingen, ohne Zusatz von Fluoreszenzfarbstoffen beobachteten Fluoreszenzerscheinungen traten bei Raps und Rübsen in völlig gleicher Weise auf, so daß eine Echtheitsbestimmung auf diesem Wege nicht möglich ist.

Wurzelausscheidungen der Keimlinge. Fluoreszierende Wurzelausscheidungen konnte Eifrig [5] weder bei Raps- noch bei Rübsenkeimlingen feststellen. Da er das Alter der untersuchten Keimlinge nicht angibt, der für diese Untersuchung günstigste Zeitpunkt aber bei den einzelnen Samenarten unterschiedlich ist (Kugler [13]), war in den verschiedenen Stadien der Keimung zu prüfen, ob fluoreszierende Wurzelausscheidungen auftreten und Unterschiede im Zeitpunkt ihres Auftretens, in ihrer Farbe oder Intensität eine Unterscheidung von Raps- und Rübsensamen ermöglichen. Die im Licht und im Dunkeln herangezogenen Keimlinge aller Sorten wurden sowohl im Fluoreszenzmikroskop als auch unter der Quarzlampe erstmalig nach 4 Stunden, dann jeweils nach weiteren 2 Stunden bis zu 28 Stunden und von diesem Zeitpunkt an täglich bis zum 9. Tag untersucht. Bei allen diesen Untersuchungen ließen sich weder bei den Raps- noch bei den Rübsenkeimlingen irgendwelche fluoreszierende Wurzelausscheidungen nachweisen.

b) Untersuchungen im UV-Licht nach Anfärbung mit Fluoreszenzfarbstoffen

Das unterschiedliche Aufnahme- bzw. Speicherungsvermögen für Fluoreszenzfarbstoffe ermöglicht mitunter eine fluoreszenzmikroskopische Unterscheidung sonst gleicher Objekte. Dabei kann die Konzentration der verwendeten Farbstofflösung sowie ihre Einwirkungsdauer in Verbindung mit ihrem Eindringungsvermögen und

dem Speicherungsvermögen der Gewebe eine Rolle spielen. Zu den folgenden Versuchen wurden wäßrige Lösungen von Acridinorange, Auramin, Eosin, Erythrosin, Pyronin, Rhodamin B und Safranin jeweils in den Verdünnungen 1 : 1000, 1 : 10 000, 1 : 100 000 und 1 : 1 000 000 verwendet, von dem Farbstoff Fluorescein wegen seiner geringen Wasserlöslichkeit die gesättigte Lösung und die Verdünnungen 1 : 10 und 1 : 100. Die Dauer der Einwirkung der verschiedenen Farbstofflösungen auf die gleichaltrigen, im Dunkeln aufgewachsenen Keimlinge von Raps und Rübsen betrug jeweils 5, 10 und 15 Minuten. Durch gleichmäßiges Auswaschen der Objekte in dest. Wasser wurden Störungen durch oberflächlich anhaftende Farblösungen vermieden.

Samen. Die Querschnitte von Samenschalen und Kotyledonen ruhender und gequollener Samen zeigten bei allen Anfärbungen mit Fluoreszenzfarbstoffen keine unterschiedliche Reaktion von Raps und Rübsen. Auch der in Filtrierpapier aufgenommene, ölige Preßsaft aus Raps- und Rübsensamen wurde nach Farbstoffzusätzen (Acridinorange, Rhodamin B und Fluorescein) im Fluoreszenzmikroskop untersucht. Ein unterschiedliches Verhalten des mit Preßsaft behandelten und des unbehandelten Filtrierpapiers konnte weder bei Raps nach bei Rübsen festgestellt werden.

Keimlinge. Die bei den verschiedenen Färbungen jeweils beobachtete Fluoreszenz von Wurzeln, Wurzelhaaren, Hypokotyl und Epidermis des Hypokotyls der im Dunkeln aufgewachsenen gleichaltrigen Keimlinge ließ bei sämtlichen Raps- und Rübsensorten weder in der Farbe noch im Helligkeitswert Unterschiede erkennen. Das Eindringungsvermögen der Farbstoffe wurde noch gesondert geprüft, indem die Einwirkungsdauer der jeweils schwächsten Farbstoffkonzentration nur so kurz gewählt wurde, daß eine Anfärbung gerade noch nachweisbar war. Es zeigte sich, daß die untere Grenze der nachweisbaren Farbstoffaufnahme von Wurzel und Hypokotyl bei Raps und Rübsen völlig gleich ist.

Das Verhalten der meisten Fluoreszenzfarbstoffe hängt von der Wasserstoffionenkonzentration der Lösung ab. Daher wurde die Wirkung von Farbstoff-Puffergemischen der verschiedenen Farbstoffe (Konzentration 1 : 10 000) bei den p_H-Werten 5, 7 und 9 auf Wurzeln und Hypokotyl der im Dunkeln aufgewachsenen Keimlinge geprüft. Die Einwirkungsdauer der Puffergemische wurde wie bei den vorhergehenden Versuchen variiert. Auch bei diesen Untersuchungen zeigten Raps- und Rübsenkeimlinge immer das gleiche Verhalten.

c) Fluoreszenzlöschung

Fluoreszenzlöschung kann durch Zusatz von geeigneten Salzionen, vor allem Sulfaten, Chloriden und Jodiden erreicht werden. Danckwortt [3] bezeichnet Kaliumjodid, Kaliumsulfat und Natriumchlorid als hierfür besonders geeignete Substanzen. Sie kamen in den Versuchen an Querschnitten von Samenschalen und Kotyledonen ge-

quollener Samen sowie an Wurzeln und Hypokotyl von im Licht und im Dunkeln herangezogenen Keimlingen in den Verdünnungsstufen 1 : 10, 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10 000 und 1 : 100 000 bei einer Einwirkungsdauer von 15 Minuten bis 30 Minuten zur Anwendung. Fluoreszenzlöschung konnte in keinem Falle beobachtet werden, so daß auch auf diese Weise eine Unterscheidung von Raps- und Rübsensamen nicht möglich ist.

Die in verschiedener Weise durchgeführten Bestrahlungen mit UV-Licht haben ergeben, daß eine Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensamen auf fluoreszenzmikroskopischem Wege nicht möglich ist. Im UV-Licht verhalten sich die Samen und Keimlinge von Raps immer in gleicher Weise wie diejenigen von Rübsen.

III. Zusammenfassung

1. In den vorliegenden Untersuchungen wurde geprüft, ob eine sichere Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensamen auf Grund der anatomischen Struktur der Samenschale möglich ist. Zu diesem Zweck wurden die Samenschalen von 17 im Bundesgebiet zugelassenen Sorten (8 Raps-, 5 Rübsen-, 2 Futterraps- und 2 Futterrübsensorten) mikroskopisch untersucht. Eine hierfür ausgearbeitete Methode gestattet, eine größere Anzahl Samen in relativ kurzer Zeit für die mikroskopische Untersuchung vorzubereiten.

2. Die zur Unterscheidung von Raps- und Rübsensamen bisher verwendeten Merkmale der Samenschale sind bei den Samen ein und derselben Sorte nicht einheitlich ausgebildet. Die Art der Netzung der Samenschale sowie das Lumen bzw. die Wandstärke der Palisadenzellen unterliegen so großen Schwankungen, daß zahlreiche Übergangsformen und sogar die typischen Merkmale der anderen Art auftreten. Dadurch ist die Identifizierung vieler Samen außerordentlich erschwert und häufig nicht möglich. Die Ergebnisse der umfangreichen Einzeluntersuchungen sind in Tabellen zusammengefaßt.

3. Zur Feststellung des diagnostischen Wertes der Samenschalenmerkmale für Echtheitsbestimmungen wurden die untersuchten Samen zu Pflanzen herangezogen, die sowohl im Primärblattstadium (Methode von Eifrig) als auch im Stadium der Blüte und der Fruchtreife auf Echtheit geprüft wurden.

4. Die Echtheitsbestimmungen an Jungpflanzen ergaben, daß das Saatgut aller Raps- und Rübsensorten einheitlich war, d. h. keine Samen der anderen Art enthielt.

5. Die Echtheitsbestimmungen an den erwachsenen Pflanzen ergaben völlige Übereinstimmung mit den Echtheitsbestimmungen an den Jungpflanzen. Auch solche erwachsene Pflanzen, die in bezug auf ein oder zwei diagnostisch wichtige Merkmale vom Typus einer Art in geringem Grade abwichen, konnten auf Grund der übrigen Merkmale doch zweifelsfrei der betreffenden Art zugeordnet werden.

6. Die Ergebnisse der Echtheitsbestimmung auf Grund der mikroskopischen Untersuchung der Samenschale stimmten mit den Ergebnissen der Echtheitsbestimmung an den Jungpflanzen und an den erwachsenen Pflanzen nicht überein. Während alle Jungpflanzen und erwachsenen Pflanzen ihrer Art entsprechend identifiziert werden konnten, ließen sich an Hand der Samenschalenmerkmale bei den Rapssorten im Durchschnitt nur 76 % der Samen und bei den Rübsensorten sowie Sprengelrübsensorten jeweils nur 67 % der Samen mit Sicherheit der betreffenden Art zuordnen. Beziehungen zwischen atypischer Ausbildung der Samenschale und nicht ganz typischem (ein oder zwei Merkmale) Habitus der erwachsenen Pflanzen bestanden in keinem Falle.

7. Durch Selbstungen wurde die Erbkonstanz der anatomischen Merkmale der Samenschale geprüft. Bei der Selbstung von Rapspflanzen, die aus Samen mit der für Raps typischen Schalenstruktur hervorgegangen waren, ergab sich, daß die meisten dieser Samen in bezug auf die Samenschalenmerkmale nicht homozygot sind. Aus der Selbstung von Rapspflanzen, die aus atypischen, d. h. rübsenähnlichen Samen erwachsen waren, gingen Samen hervor, die sowohl den reinen Rapstyp als auch den reinen Rübsentyp und alle Übergangsformen zwischen beiden aufwiesen.

8. Durch Kreuzungen von Raps und Rübsen wurde untersucht, in welchem Umfange Samen entstehen, die in bezug auf die Samenschalenmerkmale Übergangsformen zwischen beiden Arten darstellen.

9. Die anatomische Struktur der Samenschale ist, wie die verschiedenartigen Untersuchungen gezeigt haben, kein sicheres Kriterium für die Unterscheidung von Raps und Rübsensamen. Die bisher übliche Methode der Echtheitsbestimmung auf Grund der Struktur der Samenschale ist nicht einwandfrei und sollte aus der amtlichen Samenprüfung ausgeschieden werden.

10. Bei den fluoreszenzmikroskopischen Untersuchungen an ganzen Samen, Samenschalen in Aufsicht und Querschnitten, an Fragmenten und Querschnitten ruhender, gequollener sowie entfetteter Samen, an öligem Preßsaft der Samen, ferner an Wurzeln, Hypokotyl und Kotyledonen im Licht und im Dunkeln aufgewachsener Keimlinge mit und ohne Zusatz von Fluoreszenzfarbstoffen (verschiedene Einwirkungsdauer und verschiedener p_H-Wert) zeigte sich immer eine völlig gleiche Reaktion von Raps und Rübsen. Fluoreszenzlöschung durch Zusatz verschiedener Salzionen ließ sich nicht erzielen. Fluoreszierende Wurzelausscheidungen konnten bei den Keimlingen der untersuchten Raps- und Rübsensorten weder im auffallenden UV-Licht (Quarzlampe) noch im durchfallenden UV-Licht (Fluoreszenzmikroskop) in irgendeinem Stadium der Keimung — von 2 Stunden bis 9 Tage nach dem Einkeimen — beobachtet werden. Eine Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensaatgut ist auf fluoreszenzmikroskopischem Wege nicht möglich.

11. Für eine Echtheitsbestimmung von Raps- und Rübsensamen kommt nur die Beurteilung der Jungpflanzen nach der Methode von Eifrig in Betracht, die auf Grund der Ergebnisse der vergleichenden Untersuchungen eine sichere Identifizierung ermöglicht.

IV. Literaturverzeichnis

1. Box, M. M. und Medina, F. P., Contribución a la destinción de semillas del género "Brassica". Min. de Agr. Canderno No. 11, Madrid 1941, 171—229.
2. Burchard, O., Über den Bau der Samenschale einiger Brassica- und Sinapis-Arten. J. Landw. **42**, 1894, 125 und **44**, 1896, 337.
3. Danckwortt, P. W., Luminiszenz-Analyse im filtrierten, ultravioletten Licht. 4. Aufl., Leipzig 1940.
4. Eggebrecht, H., Die Untersuchung von Saatgut. Handbuch der landw. Versuchs- und Untersuchungsmethodik (Methodenbuch) Bd. V, 2. Aufl., Radebeul und Berlin 1949.
5. Eifrig, H., Beitrag zur Unterscheidung von Brassica-Samen. Landw. Forschung **2**, 1950, 219—228.
6. Eifrig, H., Echtheitsbestimmungen der Varietäten von Brassica oleracea im Laboratorium. Saatgutwirtschaft **4**, 1952, 142 und 143.
7. Gaßner, G., Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Nahrungs- und Genußmittel. 2. Aufl., Jena 1951.
8. Gram, B., Über Rapskuchen und deren Verunreinigung. Die Futtermittel des Handels. Berlin 1906, 417—448.
9. Haberlandt, G., Wissenschaftl. prakt. Untersuchungen I. 1875.
10. Harz, C., Landwirtschaftliche Samenkunde, Bd. 2, Berlin 1885.
11. Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. IV/1, München.
12. Krause, F., Zur Samenbestimmung der Arten und Varietäten von Brassica und Raphanus, Landw. Jb. **54**, 1920, 321—336.
13. Kugler, J., Keimfähigkeitsbestimmung mit der Analysenlampe. Saatgut-Wirtschaft **5**, 1952, 116—118.
14. Moeller, J. und Griebel, C., Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel aus dem Pflanzenreich. 3. Aufl., Berlin 1928.
15. Musil, A. F., Distinguishing the species of Brassica by their seed. U.S. Dep. of Agr. Miscel. public. No. 643, Washington 1948.
16. Roemer, Th., Scheibe, A., Schmidt, J., Woermann, E., Handbuch der Landwirtschaft Bd. II, 338—339, 2. Aufl., Berlin 1951.
17. Schröder, J., Untersuchung der Brassica-Arten und Varietäten. Landw. Versuchsstat. **14**, 1871, 179—194.
18. Schuphan, W., Eine einfache chemische Schnellmethode zur Unterscheidung einiger blauer und grüner Formen von Brassica-oleracea-Varietäten in Samen. Landw. Forschung **2**, 1950, 28—32.
19. Sempolowski, Über den Bau der Schale landwirtschaftlich wichtiger Samen. Landw. Jb. **3**, 1874, 823—865.
20. Wittmack, L., Landwirtschaftliche Samenkunde. 2. Aufl., Berlin 1922.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode

Wachstums- und Entwicklungsbeeinflussung der Kartoffel durch den Hemmstoff Maleinsäurehydrazid

Von

O. Fischnich und C. Pätzold

(mit 4 Abbildungen)

Die Kartoffel bringt bei intensiver Betriebsführung Ernten, wie sie selten von anderen Kulturpflanzen erreicht werden. Der Wirtschaftserfolg wird jedoch durch unsachgemäße Lagerung und die dabei u. U. auftretenden Schäden häufig ungünstig beeinflußt.

In den letzten Jahrzehnten ist es gelungen, die durch Fäulnis, Schwund und insbesondere das vorzeitige Auskeimen hervorgerufenen Verluste u. a. mit Hilfe chemischer Mittel einzuschränken (3, 4, dort weitere Lit.).

Es wurden Keimhemmungsmittel auf Narkotika- und Wuchsstoffbasis entwickelt. Die ersteren hat man besonders zu Knollenbehandlungen herangezogen, die letzteren wurden auch dazu benutzt, um Krautbehandlungen vorzunehmen (3), allerdings ohne befriedigende Resultate erzielt zu haben. Neuerdings sind mit dem Hemmstoff Maleinsäurehydrazid (MH) zur Keimhemmung von Knollen, nach Behandlung des Krautes während der Vegetationsperiode, Untersuchungen aufgenommen und in Amerika bereits erfolgversprechende Ergebnisse gewonnen worden.

Behandlung junger Pflanzen, vor allem bei Anwendung hoher Konzentration, schädigte das Kraut und die sich bildenden Knollen (6). Pflanzen in fortgeschrittenem Entwicklungszustand reagierten weniger stark. Die Knollen von Pflanzen, die mit dem Hemmstoff besprüht waren, verhielten sich im Winterlager, in Abhängigkeit von der benutzten Konzentration, unterschiedlich beim Auskeimen. Je stärker die Konzentration, um so länger die Keimruhe. Während man anfangs nach Pflanzenbehandlung geringe Lagerungsverluste bei den Knollen konstatierte (6, 7), wird neuerdings berichtet (5), daß nach Verwendung großer Aufwandmengen höhere Gewichtsverluste, die nicht erklärt werden, bei der Lagerung der Knollen im Winterlager auftreten.

Aus der europäischen Literatur sind uns bisher in größerem Umfange mit MH durchgeführte Behandlungen von Kulturpflanzen nicht bekannt geworden. Wir haben diesen Stoff zunächst zur Behandlung von Topinambur, mit dem Ziel, die Knollen länger haltbar zu machen, verwendet (1). Seit zwei Jahren benutzen wir ihn auch zu Kraut-

und Knollenbehandlungen von Kartoffeln sowie zur Behandlung anderer Kulturpflanzen (2). Die Untersuchungen sind noch in vollem Fluß. Wir verfügen aber bereits über Ergebnisse, welche die in Übersee gewonnenen bestätigen und in einigen Richtungen erweitern.

A. Material und Methodik

Für Krautbehandlungen standen die Sorten Erstling, Vera, Bona, Olympia, Flava, Magna, Heida, Ackersegen und Urtica, zu Knollenbehandlungen die Sorten Vera, Comtessa, Olympia, Bona, Heida und Ackersegen zur Verfügung. Erstere wurden mit einer Rückenspritze, letztere mit einem Handzerstäuber vorgenommen. Darüber hinaus tauchten wir Knollen für kurze Zeit in MH-Lösungen. Krautbehandlungen wurden im Jahre 1952 am 12. und 20. VI., am 15. VII. und 15. und 29. VIII. mit Aufwandmengen von 0.05 bis 0.4 % MH (in jedem Fall mit Netzmittelbeigabe) und Knollenbehandlungen mit entsprechender und höherer Dosierung am 2. V. und 18. XII. durchgeführt. Im Jahre 1953 wurden die Pflanzen am 3., 11., 21. VII. und am 10. VIII. mit Aufwandmengen zwischen 0.2 und 0.4 % besprüht und die Knollen am 20. IV. und 3. XI. mit Konzentrationen zwischen 0.2 und 0.5 % MH gleichfalls besprüht oder in Lösungen getaucht.

Im Jahre 1952 wurden je 3 Teilstücke einer Sorte mit der gleichen Konzentration behandelt, von jedem Teilstück 20—30 Stauden geerntet und die Knollen dieser Pflanzen im Winterlager besonders hinsichtlich ihrer Keimbildung beobachtet. Im Jahre 1953 wurden die Versuche im lateinischen Quadrat (je Sorte 5 Behandlungen mit 5 Wiederholungen) angelegt und bei der Ernte von jeder Sorte, jedem Teilstück und jeder Behandlung bei je 60 Pflanzen der Ertrag festgestellt, der Ernteanfall in Über-, Untergrößen und Pflanzgut aufgeteilt und in Vorkeimkästen und Tüten im Keller, Vorkeimhaus und in Mieten aufbewahrt. Die Lagerungsversuche wurden 1952/53 nur einfach, dagegen 1953/54 5—10fach wiederholt. Im Jahre 1953/54 kamen Knollen behandelter und unbehandelter Pflanzen sowie direkt behandelte Knollen an vier Gruppen Ratten zu je 10 Tieren und an drei Gruppen Schweine zu je 2 Tieren zur Verfütterung[1]).

B. Ergebnisse

I. Krautbehandlungen

a) Verhalten oberirdischer Teile

Vor oder in der Blüte stehende Kartoffelpflanzen reagieren im allgemeinen durch Besprühen mit MH-Lösungen (0.1—0.2 %) erst nach etwa einer Woche. Die Pflanzen nehmen zunächst einen dunklen, stumpfgrünen, später ins rötliche gehenden Farbton an. Damit geht

[1]) Die Fütterungsversuche (s. auch Tab. 3) wurden dankenswerterweise durch das Institut für Tierernährung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (Dir. Prof. Dr. K. Richter) durchgeführt.

eine chlorotische Aufhellung der Sproßspitzen einher. Letztere vertrocknen teilweise nach mehreren Wochen. Der Blühbeginn der Pflanzen wird verzögert und der Blütenfall gefördert. Blätter von mit höheren Konzentrationen behandelten Pflanzen lassen außerdem, meist mehr oder weniger betont, Rollsymptome erkennen, wobei ihre Ränder sich aufwölben. Dadurch erhalten die Pflanzen ein eigentümlich starres Aussehen. Längere Zeit nach der Behandlung bilden sich in den Blattachseln dieser Pflanzen gelegentlich Luftknollen, an deren Basis, falls die Triebe in Erdnähe liegen, kräftige Luftwurzeln austreten. Auch Anschwellungen am unteren Stengelteil wurden festgestellt (Abb. 1).

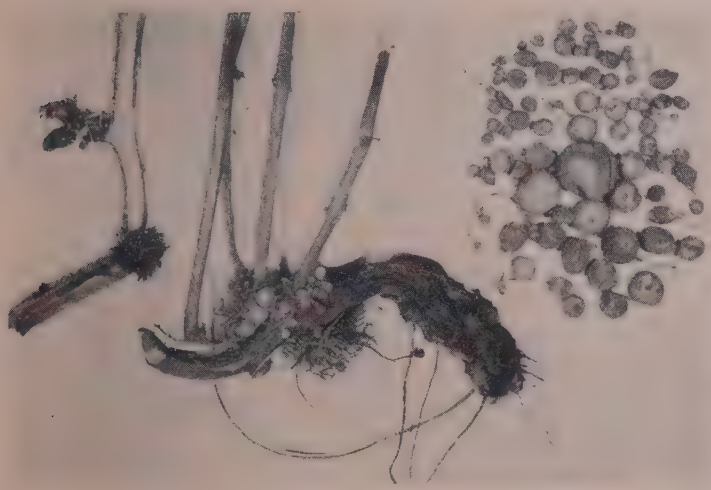


Abb. 1

Links: Luftknollenbildung

Mitte: Stengelverdickung nach sehr früher MH-Behandlung

Rechts: Veränderungen an Knollen

Sorte: Ackersegen
Behandlung: 21. 7. 1953 (0,4 % MH)
(Ausschnitte nicht im gleichen Maßstab)

Ältere Kartoffelpflanzen zeigen, von zuweilen leichter Verfärbung der Blätter abgesehen, auch nach Behandlung mit relativ starken MH-Lösungen (0,4 %), nur unmerkliche Reaktionen.

b) Verhalten der unterirdischen Teile

Die in der Erde sich bildenden Knollen werden nach Krautbehandlungen gleichfalls mehr oder weniger stark beeinflußt. Besprühungen vor der Blüte haben tiefgreifende Entwicklungsbeeinflussungen der Knollen schon durch verhältnismäßig niedrige Kon-

zentrationen (0,1—0,2 % MH) zur Folge. Neben wenigen mittelgroßen Knollen bildet sich eine Vielzahl kleiner und kleinster Knöllchen, häufig an stark verkürzten Stolonen (s. Abb. 1). Sowohl die mittelgroßen Knollen als auch besonders die kleinen Knöllchen sind oft unregelmäßig geformt und dunkler (rötlich) gefärbt als die der Kontrolle, die eine hellere Farbe zeigen. Häufig sind auch neben breiten und tiefen viele flache Risse, netzartig verbunden, in die Schale eingeschnitten.

Mit steigenden Konzentrationen verstärken sich die Symptome mehr und mehr.

Behandlungen während oder nach dem Abblühen mit 0,1—0,2 % MH oder solche älterer Pflanzen, selbst mit 0,4 % MH, beeinflussen die Ausbildung der Knollen, mit Ausnahme geringfügiger Verfärbung der Schalen, nicht.

Im Jahre 1952 — Pflanztermin Ende April bis Anfang Mai — war der sichtbare Behandlungseffekt nicht sehr stark, auch Ertragsbeeinflussungen konnten nicht festgestellt werden. Dagegen ergaben sich 1953 — Pflanztermin Anfang bis Mitte Mai — durch Konzentra-

Tabelle 1

MH-Behandlungen und Kartoffelertrag in dz/ha

Sorten und Ertrag	Kontr unbeh.	1. Beh. Termin		2. Beh. Termin		Gd bei p = 0,05	Gd bei p = 0,01
		0,2 % MH	0,4 % MH	0,2 % MH	0,4 % MH		
Vera		3. 7. 1953		21. 7. 1953			
Gesamt	269,5	238,2	200,7**	252,3	246,5	35,7	50,1
Untergrößen	21,3	45,7**	47,7**	21,3	21,9	9,3	13,0
Übergrößen	35,7	22,1**	20,5**	38,2	35,9	4,4	6,2
Pflanzgut	212,5	170,4**	132,5**	192,7	188,7	32,0	44,9
Bona		11. 7. 1953		21. 7. 1953			
Gesamt	247,1	242,1	244,6	243,5	238,9	29,4	
Untergrößen	26,5	31,6	30,0	26,1	23,1	5,8	
Übergrößen	18,0	16,5	21,7	22,5	16,7	17,1	
Pflanzgut	202,6	193,9	192,9	194,7	199,1	25,7	
Ackersegen		21. 7. 1953		10. 8. 1953			
Gesamt	294,5	268,7**	249,8**	279,4	278,5*	15,7	22,3
Untergrößen	21,3	23,3	23,4	18,8	20,1	16,2	
Übergrößen	38,7	41,9	25,6	35,5	38,4	15,0	
Pflanzgut	234,5	203,5**	200,7**	225,1	219,9	16,4	23,0

Die mit ** versehenen Zahlen sind gut gesicherte, die mit * versehenen sind schwach gesicherte Mindererträge.

Gd = Grenzdifferenz. p = Wahrscheinlichkeitsgrenze (s. Anm. Tab. 2).

tionen um 0,4 %, in erster Linie nach Behandlung junger Pflanzen (s. Vera und Ackersegen Tab. 1), gesicherte Mindererträge gegenüber unbehandelten Parzellen. Die in der Praxis als Grenzaufwandmenge in Frage kommende Konzentration (0,2 % MH) hatte, vornehmlich bei Behandlung im wesentlichen abgeblühter Pflanzen, kaum deutliche Beeinträchtigung des Ertrages zur Folge (Tab. 1).

Aus der Tabelle geht hervor, daß sich die Sorten nicht einheitlich verhalten. Während die frühe Sorte Vera eine starke Reaktion aufweist, ist eine solche bei der mittelfrühen Sorte Bona kaum und bei der späten Sorte Ackersegen nur schwach erkennbar. Wie schon oben angedeutet, zeigt die Sortierung eine Erhöhung des Anteiles an kleinen und kleinsten Knollen bei gleichzeitiger Abnahme der Übergrößen und des Pflanzgutes.

II. Lagerung von Knollen MH-behandelter Pflanzen

Knollen von im Sommer 1952 behandelten Pflanzen der Sorten Erstling, Bona, Flava, Olympia, Magna, Heida, Ackersegen und Urtica verharrten im Winterlager 1952/1953, in Abhängigkeit von der Aufwandmenge des Hemmstoffes und dem Reifezustand der Pflanzen zum Zeitpunkt der Behandlung, mehr oder weniger lange in Keimruhe. Die Keime, die gebildet wurden, blieben schwach und zeigten in völliger Abweichung vom normalen

Abb. 2

Gestörte Keim- und Sproßentwicklung an Knollen, die nach MH-Krautbehandlung gebildet wurden
Sorte: Bona
Behandlung 16. 7. 1952
Gepflanzt: 2. 6. 1953
Aufnahme: 1. 8. 1953

Habitus blumenkohlartiges Aussehen. Sie waren nach dem Auspflanzen nicht imstande, normale Pflanzen zu bilden (Abb. 2).

Die Aufnahme läßt neben einigen „Blumenkohlkeimen" ⊗ und dünnen Trieben ⊙ solche mit schmalen Blättern ⦸ erkennen.

Das schwache Auskeimen der Knollen behandelter Pflanzen war auch mit einem geringeren Gesamtverlust während der Lagerung, die z. T. erst im Sommer 1953 ihren Abschluß fand, verbunden. Danach wurden die Knollen an Ratten verfüttert zur Beantwortung der Frage, ob sie ohne weiteres aufgenommen werden und u. U. für die Tiere schädlich sind.

Die bis jetzt vorliegenden Ergebnisse der Lagerungsperiode 1953/54 bestätigen, wie Tab. 2 nachweist, bereits heute schon die Feststellungen aus 1952/53.

Knollen behandelter Pflanzen keimen nicht oder bedeutend weniger als die unbehandelter. Hierbei sind aber die Gewichtsverluste nach Anwendung hoher Konzentrationen z. T. größer als nach Benutzung niedriger (Abb. 3).

Tabelle 2

MH-Behandlung und Keimgewicht in % des Ausgangsgewichtes der Knollen
Lagerung: 23. 10. 1953 bis 20. 1. 1954 bei Zimmertemperatur

Sorte	Kontr. unbeh.	1. Beh. Termin		2. Beh. Termin	
		MH 0,2 %	MH 0,4 %	MH 0,2 %	MH 0,4 %
		3. 7. 1953		21. 7. 1953	
Vera	2,15	0,20***	0,32**	0,22***	0,27**
		11. 7. 1953		21. 7. 1953	
Bona	0,72	0,02**	0,0***	0,0***	0,03***
		21. 7. 1953		10. 8. 1953	
Ackersegen	0,92	0,002**	0,0**	0,013**	0,01**
MH-Behandlung und Gewichtsverluste der Knollen in % des Ausgangsgewichtes					
		3. 7. 1953		21. 7. 1953	
Vera	11,9	5,7	9,1	10,0	8,3
		11. 7. 1953		21. 7. 1953	
Bona	5,0	3,2	5,13	4,5	5,6
		21. 7. 1953		10. 8. 1953	
Ackersegen	8,4	8,7	13,5*	9,0	10,0

Der Unterschied zwischen Kontr. und Beh. ist mit *** $p < 0{,}001$ statist. sehr gut ges.
" " " " " " " " ** $p < 0{,}01$ " gut "
" " " " " " " " * $p < 0{,}05$ " schwach "

In Abb. 3 wird deutlich, daß derartige Knollen auffallend stark schrumpfen. Diese Erscheinung ist mit größerem Gewichtsverlust verbunden. Das kann vielleicht auf die mehr oder weniger tiefgehende netzartige Rißbildung in Schale und Rinde zurückgeführt werden. Es bedarf aber weiterer Versuche, um festzustellen, ob neben diesen sichtbaren Veränderungen auch noch andere Ursachen für die Verluste verantwortlich zu machen sind.

0,4 % 0,2 % MH unbehandelt

Abb. 3

Keimhemmung durch MH-Krautbehandlung (Mitte und links) und Veränderungen der Schale nach Überdosierung (links)
Sorte: Ackersegen
Behandlung: 21. 7. 1953
Lagerung bei Zimmertemperatur: 23. 10. 53 — 20. 1. 1954
Aufnahme: 20. 1. 1954

III. Knollenbehandlungen

Auch Knollenbehandlungen mit MH können erfolgreich sein. Es lassen sich Ergebnisse wie bei Pflanzenbehandlungen erzielen, wenn relativ hohe Konzentrationen (0,4—0,8 %) des Hemmstoffes verwendet und die Knollen nach der Behandlung in feuchtem Sand oder in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit aufbewahrt werden. Stärker behandelte Knollen nehmen dabei häufig eine dunklere Farbe an, bisweilen zeigt sich auch hier z. T. erhebliche Rißbildung. Was die Keim- und Sproßentwicklung angeht, so sind ähnliche Erscheinungen wie bei Knollen, die nach Krautbehandlungen entstanden waren, zu beobachten (Abb. 4).

Im Gegensatz zu normalen Knollen treten, und das wird auch von amerikanischen Autoren nach Pflanzenbehandlungen beschrieben,

nicht nur die Kronenkeime aus, sondern die Keime aller Augen, wenn diese auch langsamer wachsen (Vera!).

Darüber hinaus stellten wir auch hier unterschiedliches Verhalten der Sorten fest.

IV. Verfütterung der Knollen

a) an Ratten

Die Knollen stark behandelter Pflanzen, sowie einige Tage vor dem Füttern in MH-Lösung getauchte Knollen, wurden, genau wie die Knollen unbehandelter Pflanzen, von den Ratten aufgenommen und gut verwertet. Die durchschnittlichen Gewichtszunahmen der in vier Gruppen zusammengefaßten Tiere sind in Tab. 3 zusammengestellt.

a) an Ratten

Schweine nahmen gleichfalls behandelte Knollen und Knollen, die sich an behandelten Pflanzen gebildet hatten, ohne weiteres auf. Hautfarbe und Haarkleid der Tiere waren namentlich in den ent-

unbehandelt 0,3 % 0,4 % 0,5 % MH

Abb. 4

Keimhemmung durch Knollenbehandlung
Sorten: Vera (oberste Reihe)
Bona (mittlere Reihe)
Ackersegen (unterste Reihe)
Behandlung: 2. 11. 1953
Lagerung bei Zimmertemperatur: 3. 11. 1953—20. 1. 1954
Aufnahme: 20. 1. 1954

Tabelle 3

Fütterungsversuche mit MH-behandelten Kartoffeln

a) Ratten

Durchschnittsgewichte von 4 Gruppen Ratten (à 10 Tiere in g)

Grundfutter: verschieden behandelte und unbehandelte Kartoffeln	Tag der Wägung							Gesamtzunahme in 50 Tagen
	Anf.-gew. 26.8.	2.9.	16.9.	23.9.	30.9.	7.10	End-gew. 14.10.	
Sorte Vera, unbehandelt Ernte 1953	59,7	69,7	102,4	113,7	123,2	136,2	148,9	89,2
Sorte Vera, Pflanzenbehandlung 0,4% MH Ernte 1953	61,6	71,5	113,8	126,2	135,6	153,3	167,8	106,2
Sorte Bona, Pflanzenbehandlung 0,4% MH Ernte 1952	61,4	72,1	109,1	120,9	129,8	144,2	157,5	96,1
Sorte Vera, Knollenbehandlung 0,4% MH Ernte 1953	59,7	69,3	109,9	121,7	132,8	152,4	163,6	103,9

Zusammensetzung des Gesamtfutters: 90% Kartoffeln, 1,5% Fischmehl, 1,5% Sojaschrot, 6,85% Gerstenschrot, 0,15% Gelitakalk

b) Schweine

Grundfutter: verschieden behandelte und unbehandelte Kartoffeln	Anfangs-gewicht kg	End-gewicht kg	Ges. Zunahme in 91 Tagen kg	Kartoffelaufn. je Tier und Tag i. D. kg	Verbrauch je 100 kg Zunahme in kg: Kartoffeln	Beifutter	verdaul. Eiweiß	Stärkeeinheiten
Knollen behandelter Pflanzen (0,2-0,4% MH Juli 1953) Sorten: Vera, Bona, Ackersegen	19,0	77,0	58,0	4,87	780	157	40	245
Behandelte Knollen (0,4% MH 13. X. 1953) Sorten: Vera, Bona, Ackersegen	19,5	75,3	55,8	4,93	804	163	41	254
Unbehandelte Knollen Sorten: Vera, Bona, Ackersegen	17,0	73,5	56,5	4,96	799	162	41	252

Zusammensetzung des Beifutters je Tier und Tag: 385 g Gerstenschrot
300 g Weizenkleie
300 g Eiweißkonzentrat
15 g kohlensaurer Futterkalk

scheidenden Versuchswochen (19—75 kg Lebendgewicht) immer zufriedenstellend. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, blieb die Gewichtszunahme und die Verwertung des Futters in allen 3 Gruppen einheitlich.

C. Besprechung der Ergebnisse

In Übereinstimmung mit amerikanischen Autoren konnte festgestellt werden, daß MH in hoher Konzentration junge Kartoffelpflanzen im Wachstum stark hemmt und vor allem die Knollenentwicklung tiefgreifend beeinträchtigt. Ähnlich wie bei der Topinambur (1) ist eine z. T. starke Verkürzung der Stolonen zu beobachten. Die gebildeten Knollen kommen auf diese Weise nahe am Stengel zu liegen. Es kommt auch, wie es vereinzelt aufgetreten ist, zu Stengelverdickungen oder Bildung von Luftknollen. Das Auftreten von Luftknollen bei Kartoffeln ist in der Literatur schon häufig beschrieben worden. Es wurde von Vöchting (9) experimentell durch Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, kombiniert mit einer Verminderung der Beleuchtungsintensität hervorgerufen. Zuweilen wird diese Erscheinung auch in Verbindung mit Rhizoctonia an Kartoffelstauden beobachtet. Fischnich und Lübbert (unveröff.) haben durch Wuchsstoffbehandlung von Blütenknospen der frühen Sorte Vera Knollenbildung im Blütenstand erzielt. Neuerdings teilte Sprau (8) mit, daß ähnliche Bildungen auch im Zusammenhang mit dem „Zwergstrauchvirus" an einzelnen Kartoffelsorten auftreten können. Zweifellos liegen hier, ohne daß eine Erklärung für diese Erscheinung gegeben werden könnte, Änderungen im Stoffwechselhaushalt oder Störungen in der Stoffleitung der Pflanze zugrunde.

Die Zahl der an der Staude gebildeten Knollen ist, wie auch von anderer Seite (6) gezeigt werden konnte, u. U. wesentlich größer und das Einzelknollengewicht erheblich geringer als bei normal gewachsenen Pflanzen. Neben den gleichfalls schon beschriebenen Abweichungen von der Normalform und Rißbildung in der Schale und Rinde begegneten uns besonders 1953 oft intensive Farbveränderungen der Knollen und netzartig verbundene Risse. Eine Deutung dieser offensichtlich im Zusammenhang mit dem Hemmstoff stehenden Abweichungen kann noch nicht gegeben werden. Möglicherweise stehen die größeren Gewichtsverluste der Knollen stärker behandelter Pflanzen im Winterlager mit diesen Schäden der Schale und vermutlich größerem Wasserverlust im Zusammenhang. Der Knollenertrag wird durch Behandlung junger Pflanzen um so mehr vermindert, je stärker die angewandte Konzentration ist. Behandlungen älterer Pflanzen wirken weniger oder nicht ungünstig auf den Ertrag. Da jedoch letztere u. U. bei fortgeschrittener Entwicklung der Pflanzen im Zeitpunkt der Behandlung keine befriedigende keimhemmende Wirkung bei der Überlagerung erkennen lassen, ist die Zeitspanne, in der mit wirtschaftlichem Erfolg gearbeitet werden kann, nicht allzu groß. Es bedarf hierbei genauester Beobachtung der Pflanzenentwicklung und guter Kenntnis der Wirkungsweise des Stoffes, um lohnende Ergebnisse zu erhalten.

Die Wirkung des MH hält erstaunlich lange an. Damit bleibt die Anwendung nur auf Konsumkartoffeln beschränkt. Zur Pflanzgut-

erzeugung vorgesehene Bestände dürfen, um ein vorzeitiges Auskeimen der Knollen im Lager zu verhindern, auch nicht mit schwächeren Konzentrationen behandelt werden.

Knollenbehandlungen führen unter Einhaltung gewisser Bedingungen zu ähnlichen Ergebnissen wie Krautbesprühungen. Da die Sorten nicht einheitlich reagieren, sind weitere Untersuchungen zur Ermittlung der Gründe dieses Verhaltens erforderlich.

Die zunehmende Verwendung aller möglichen Substanzen im Pflanzenbau läßt die berechtigte Frage stellen, ob nicht durch den Verzehr behandelter Produkte für Mensch und Tier Gefahren entstehen. Unsere mit MH in dieser Richtung gesammelten Erfahrungen sind nicht ungünstig. Wildtiere bevorzugten in mehreren Jahren sichtlich mit MH behandelte grüne Pflanzen. Die Ergebnisse bisheriger Fütterungsversuche mit Ratten und Schweinen lassen gleichfalls erwarten, daß mit Wahrscheinlichkeit ungünstige Nachwirkungen auf den Organismus nicht auftreten.

Bereits durchgeführte und für kommende Versuche geplante chemische Untersuchungen sollen Aufschluß geben, ob durch MH verursachte stoffliche Veränderungen in den Knollen a) schon bei der Ernte, b) nach Überlagerung festzustellen sind.

D. Zusammenfassung

1. Maleinsäurehydrazid hemmt die Entwicklung vor oder in der Blüte stehender Kartoffelpflanzen. Hiermit läuft Verfärbung und Rollen der Blätter und nicht selten in deren Achsel auch Bildung von Luftknollen einher. Die Anzahl der Knollen, die klein bleiben, wird erhöht. Darüber hinaus treten, was bisher nicht festgestellt wurde, Stengelverdickungen, Farbveränderungen und netzartige Rißbildungen der Knollen auf.
2. Behandlung älterer Kartoffelpflanzen läßt nur unmerkliche Veränderungen erkennen.
3. Krautbesprühungen, sowie unter bestimmten Bedingungen auch Knollenbehandlungen, führen zu Keimverzug und z. T. zu geringeren, z. T. höheren Gewichtsverlusten während der Lagerung.
4. Die über die normale Lagerzeit hinaus anhaltende Keimhemmung läßt eine Anwendung des Stoffes in der Pflanzguterzeugung nicht zu. Für die Überlagerung von Konsumkartoffeln kann MH Bedeutung erlangen.
5. Die Ergebnisse erster Fütterungsversuche zeigen, daß MH wahrscheinlich keine Giftwirkung hat.

Frau Dipl.-Landw. U. Tietjen und Frau H. Altemüller danken wir für ihre Mitarbeit.

Literatur

1. Fischnich, O. und Pätzold, C., Entwicklungsbeeinflussung der Topinambur (Helianthus tuberosus) durch Maleinsäurehydrazid. Beitr. Biol. Pfl. **3**, H. 3, 1954.
2. —, Pätzold, C. u. Thielebein, M., Anwendung von Maleinsäurehydrazid bei einigen Kulturpflanzen. In Vorbereitung.
3. — u. Wollner, F., Über den Einfluß keimhemmender Substanzen auf Pflanzkartoffeln. Schriftenreihe der F. A. L. Braunschweig-Völkenrode, **3**, 115, 1951.
4. — u. Wollner, F., Keimhemmende Substanzen und ihr Einfluß auf den Pflanzgutwert der Kartoffel. In Vorbereitung.
5. Franklin, E. W. and Thompson, N. R., Some effects of maleic hydrazide on stored potatoes. Amer. Potato Jour., **30**, 289, 1953.
6. Kennedy, E. J. and Smith, O., Response of the potato to field application of maleic hydrazid. Amer. Potato Jour., **28**, 701, 1951.
7. Paterson, D. R., Wittwer, S. H., Weller, L. E. and Sell, H. M., The effect of preharvest foliar sprays of maleic hydrazide on sprout inhibition and storage quality of potatoes. Plant Physiol., **27**, (1), 135, 1952.
8. Sprau, F., Über das Auftreten einer neuen Viruskrankheit — Zwergstrauchvirose — an Kartoffeln. Pflanzenschutz, **3**, 125, 1951.
9. Vöchting, H., Über die Bildung der Knollen. Bibliotheca Botanica, H. 4, 1887.

Aus dem Forstbotanischen Institut München

Zur Frage eines jahreszeitlichen Ganges im CO_2-Gehalt der Atmosphäre

Von

Bruno Huber und Josef Pommer

(mit 1 Abbildung)

Durch zwei vorangegangene Mitteilungen (Huber 1952 a und b) konnte sowohl die Tatsache eines vegetationsbedingten Tagesganges im CO_2-Gehalt der Atmosphäre wie die Frage der vertikalen Reichweite dieser Tagesschwankungen auf Grund von Registrierungen mit dem Ultrarot-Absorptionsschreiber (weiterhin kurz URAS genannt) ausreichend geklärt werden. Bei dieser Gelegenheit wurde bereits auf das offene Problem hingewiesen, ob etwa auch im Jahreslauf während des Sommers die Kohlensäurebindung durch die Vegetation (Assimilation) die Entbindung (Atmung) der gesamten Lebewelt so weit überwiegt, daß ein Jahresgang des CO_2-Gehaltes mit vermutlich sommerlichem Minimum zustande kommt. Nachdem wir nunmehr auf die Registrierungen zweier Vegetationsperioden (1951 und 1952) und ergänzende Beobachtungen auf dem Zugspitz-Observatorium (Februar bis Mai 1953) zurückblicken, möchten wir der Fachwelt vorlegen, was unser Versuchsmaterial zu dieser Frage auszusagen erlaubt.

I. Versuche auf dem Staatsgut Dürnast bei Freising 1951/52

An die Spitze muß dabei die Feststellung treten, daß die Amplitude einer allfälligen Jahresschwankung wesentlich geringer ist als die Tagesamplitude in Bodennähe. Während die Tagesamplitude vom URAS spielend bis in feinste Einzelheiten registriert wird, läßt sich über Vorhandensein oder Fehlen einer Jahresamplitude auf Anhieb auch an Hand von Registrierstreifen aus allen Monaten der Vegetationsperiode (März bis November) überhaupt nichts aussagen; es bedarf vielmehr einer sehr sorgfältigen Auswertung, um beurteilen zu können, ob die im Laufe des Jahres etwa 20 ppm[1]) betragenden Unterschiede einem wirklich gesetzmäßigen Jahresgang, einem Luftkörperwechsel oder gar nur apparativen Ungenauigkeiten zuzuschreiben sind. Bevor wir aber auf die Frage der Meßfehler eingehen, müssen wir klären,

[1]) In unseren eingangs genannten Arbeiten hatten wir den CO_2-Gehalt in Tausendstel Prozent (T. P.) angegeben; wir möchten uns aber jetzt dem Vorschlag des Compendium of Meteorology (Boston 1951) anschließen und den Gehalt in Millionteil (p. p. m. = parts per million) angeben, wobei 10 ppm einem T. P. entsprechen. Der natürliche Gehalt der Luft liegt wenig über 300 ppm.

woran wir angesichts der viel größeren Tagesschwankung einen Jahresgang überhaupt messen wollen, an Hand der täglichen Maxima, Minima, Mittelwerte oder Amplituden.

1. Jahresgang der Tagesamplituden und täglichen Maxima

Das erste, was an unseren Kurven jahreszeitlich auffällt, ist nämlich die starke Steigerung der Tagesamplituden während der Vegetationsperiode:

Tabelle 1

Mittlere Tagesamplitude des CO_2-Gehaltes in ppm in 18 m Höhe über dem Boden im Jahre 1952 (gemessen im Staatsgut Dürnast bei Freising)

Monat	Amplitude
März	16,8
April	55,4
—	—*)
Juni	62,2
Juli	70,2
August	72,4
September	66,6
Oktober	36,5
November (1. Hälfte)	17,8

*) Im Mai war der URAS anderwärts zu Versuchen eingesetzt.

Dasselbe hat bereits Sergio Tonzig in seinen offenbar sehr sorgfältigen titrimetrischen CO_2-Bestimmungen über oberitalienischen landwirtschaftlichen Kulturflächen festgestellt. Für die nächtlichen Maxima ergibt sich dabei übereinstimmend ein klarer Anstieg in der warmen Jahreszeit, was bei der starken Temperaturabhängigkeit der Atmung nicht wundernimmt (vgl. auch Abb. 1).

2. Jahresgang der täglichen Minima und Mittelwerte

Viel weniger klar liegen die Verhältnisse bei den täglichen Minima, die sich vom Durchschnittswert von rund 300 ppm nie sehr weit entfernen (wir werden darauf später noch näher eingehen müssen). Es wäre aber übereilt, aus der Feststellung: Maxima kulminieren im Sommer, Minima schwanken kaum, sofort auf ein Sommermaximum des mittleren Gehaltes zu schließen. Infolge der geringen nächtlichen Turbulenz verteilt sich nämlich die nächtliche Atmungskohlensäure auf eine viel weniger mächtige Schicht als die tägliche CO_2-Zehrung durch die Assimilation. Der Schwerpunkt der Werte liegt daher den Kleinstwerten viel näher als den Höchstwerten.

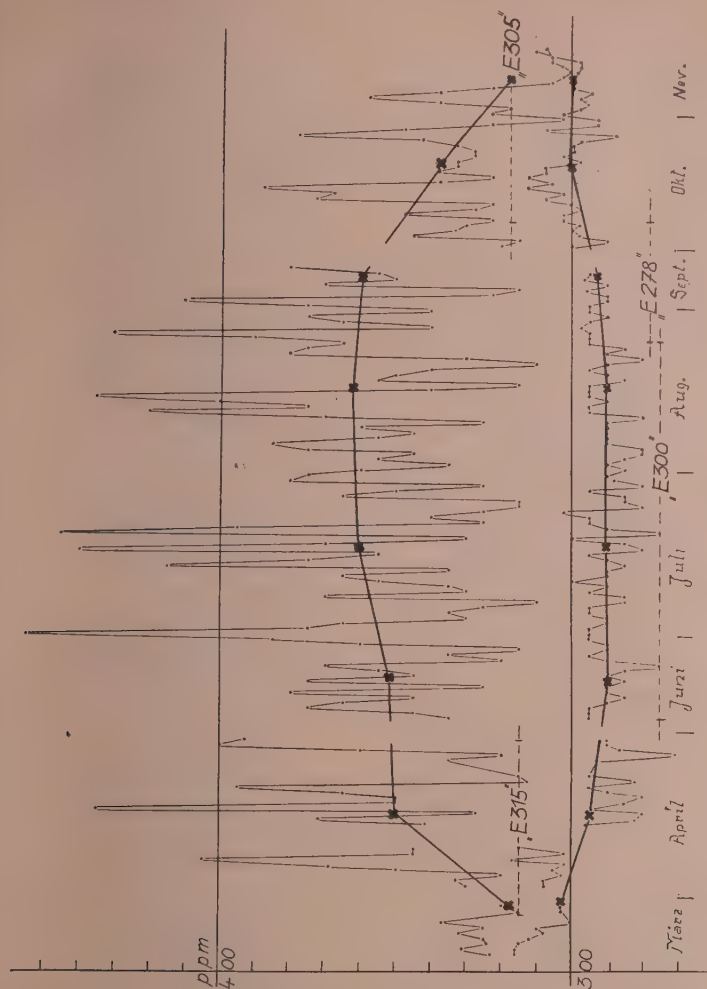


Abb. 1. Maxima und Minima des CO_2-Gehaltes aller Versuchstage der Vegetationsperiode 1952 für die Meßhöhe 18 m. Die stark ausgezogenen Kurven verbinden die Monatsmittelwerte. Die Abszissenwerte sind vom 1. Mai bis Mitte Juni und vom 10. September bis Anfang Oktober unterbrochen (in der Darstellung zusammengeschoben), weil der URAS während dieser Zeit anderwärts verwendet wurde. Die Ordinatenwerte (ppm) sind auf Grund der (außerhalb der Zeichnung liegenden) Eichpunkte für 220 und 460 ppm interpoliert. Die Lage des nächstliegenden Eichgases (nacheinander „315", „300", „278" und „305" ppm) ergibt sich dabei, wie in der Zeichnung eingetragen. Will man die absoluten Werte von diesen mittleren Eichgasen auszählen, so ergeben sich kleine Verschiebungen, vor allem eine Hebung der Werte Juni—September um 25ppm. Näheres im Text.

Am besten würde man daher die Jahresschwankungen in einer Höhe verfolgen, in welcher die Tagesschwankungen bereits möglichst abgeklungen sind. Leider reichen für diesen Zweck unsere Fesselballonversuche (Huber 1952 b) nicht aus, einmal, weil selbst in 100 m Höhe noch immer nicht unbeträchtliche Tagesschwankungen mit einer den Vergleich erschwerenden Phasenverschiebung auftreten, dann aber auch, weil Ballonversuche zwar in jedem Monat, aber doch jeweils nur an wenigen windstillen Tagen durchgeführt werden konnten. Wir berichten daher anschließend im zweiten Teil unserer Arbeit über einschlägige Versuche auf dem Zugspitz-Observatorium. Schon vor ihrer Einleitung aber waren wir bestrebt, unseren Dürnaster Registrierungen möglichst viel zu entnehmen.

3. Frage der Meßgenauigkeit

Bei unseren Bemühungen, in der Auswertung voranzukommen, drängte sich alsbald die Erkenntnis auf, daß angesichts der Kleinheit der Ausschläge die Frage nach einem Jahresgang der Minima und Mittelwerte mit der Zuverlässigkeit unserer Eichgase steht und fällt. Wir haben daher erst einmal unser eigenes Material auf seine Vergleichbarkeit über die Vegetationsperiode hinweg geprüft und weiterhin die Badische Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen (weiterhin abgekürzt BASF geschrieben) um Angaben über Herstellungsweise und Fehlergrenzen ihrer Eichgase gebeten.

Die Eichgase werden von der BASF in besonders präparierten Stahlflaschen geliefert, welche nach den Feststellungen der Firma ohne reversible Adsorptionserscheinungen an den Wänden bis zur Entleerung der Flaschen ein weitgehend konstantes Gasgemisch liefern (vgl. dazu Egle und Schenk). Ihre Konzentration wird von der Firma auf zehntausendstel Prozent (1 ppm) genau angegeben, wobei die letzte Stelle durch Tieferstellung als nicht mehr ganz zuverlässig gekennzeichnet wird (z. B. $0{,}021_5$ % oder $0{,}046_2$ % CO_2). Die Grundfüllung der Flaschen besteht aus Stickstoff, dem nur einige hundert Kubikzentimeter Kohlendioxyd zugefügt werden.

Daß die Konzentrationsangaben in groben Zügen zutreffen und für die üblichen Registrierungen völlig ausreichen, davon konnten wir uns in zweijährigem Gebrauch immer wieder überzeugen: Wir bestellten i. allg. die Konzentrationen 240, 320 und 480 ppm[2]), so daß wir durch Drehen des URAS-Potentiometers unsere Empfindlichkeit leicht wahlweise zwischen fünf Skalenteilen je tausendstel Prozent (24 bis 32 T.P. = 40 Skt.) und zwei Skalenteilen je tausendstel Prozent (24 bis 48 T.P. = 48 Skt.), also 2—5 ppm je Skalenteil, variieren konnten. Wir haben mit Hilfe dieser Eichgase die absolute Empfindlichkeit der Registrierungen monatelang zweimal täglich überprüft; bei wichtigen Registrierungen ließen wir sogar dauernd Eichgas mitlaufen, um schon kleinste Verschiebungen sicher zu erfassen.

[2]) Die tatsächlich gelieferten Eichgase wichen von der Bestellung mehrfach um ± 10—25 ppm ab und lauteten auf 215, 220, 278, 295, 300, 305, 315, 462 und 490 ppm.

Besonders bei den Ballonversuchen wurden die Werte aus hundert Metern mit ihren kleinen Ausschlägen durch Annäherung und Entfernen vom 300-ppm-Eichgas gesichert. Wir sind der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu besonderem Dank verpflichtet, daß sie die nicht unbeträchtlichen Kosten für diese häufigen Kontrollen durch drei Eichgase (jede Flaschenfüllung kostet DM 34,—) bereitwillig übernahm.

Durch diesen täglichen Verbrauch ließ sich aber von Zeit zu Zeit ein Wechsel im Eichgas nicht vermeiden. Es war bereits ein Fortschritt, als wir durch Anschaffung von sechs Eichgasflaschen das neue Eichgas bereits zur Stelle hatten, ehe das alte gleicher Höhe erschöpft war; es trat also nicht mehr wie anfangs, als wir nur mit drei Flaschen verschiedener Konzentration gearbeitet hatten, eine Unterbrechung während der Neufüllung der Flaschen ein. Bei diesen übergreifenden Eichungen zeigte sich aber, daß die Konzentrationen doch nicht immer so genau aufeinander stimmen, wie das nach den Konzentrationsangaben der Firma zu erwarten und für unsere spezielle Fragestellung notwendig gewesen wäre: Insbesondere lag das im April 1952 gelieferte 300 ppm-Eichgas sowohl gegenüber dem vorher gelieferten 315 ppm-Eichgas wie gegenüber dem nachher gelieferten 278 ppm-Eichgas bei einer URAS-Empfindlichkeit von 5 ppm/Skt. gegenüber der angegebenen Konzentration um etwa 5 Skalenteile oder 25 ppm zu tief[3]). Die relative Lage aller unserer Eichgase ist in Abb. 1 wiedergegeben. Für künftige Versuche würden wir empfehlen, die Eichgase nicht gleichmäßig aufzubrauchen, sondern mindestens zwei „Grundeichgase" zur Kontrolle der übrigen so sparsam zu verwenden, daß sie über das ganze Jahr reichen.

Hören wir nunmehr, was die BASF über die Herstellung und Genauigkeit ihrer Eichgase schreibt: Das Verfahren ist in zwei Aktennotizen Nr. 50001 vom 28. 3. 1950 und Nr. 53003 vom 22. 5. 1953 beschrieben. Es beruht, wie bereits erwähnt, auf dem Prinzip, „kleine Gaskonzentrationen durch Mischung abgemessener Volumina einzustellen". Die Fehler der Volumbestimmung betragen dabei höchstens 0,1 %. Gefährlicher sind die möglichen Temperaturfehler, welche dadurch zustande kommen können, daß die Evakuierung der Flaschen in der ersten Minute mit einer Abkühlung um etwa 10°, die Füllung mit einer Erwärmung bis zu 17° verbunden sind. Die Volumablesungen dürfen daher frühestens fünf Minuten nach Evakuierung bzw. Füllung vorgenommen werden, wenn die Temperaturdifferenzen unter ein Grad gesunken sind. Immerhin schleichen sich auf diese Weise Fehler von ± 0,7 % ein. Zusammen mit den Anzeige- und Ablesefehlern am Anzeigegerät des URAS rechnet die Firma damit, „daß die Konzentration der Eichgase auf rund ± 2 % genau angegeben werden kann", das wären bei 300 ppm ± 6 ppm. Damit liegen

[3]) Es empfiehlt sich in diesem Zusammenhang, in den Protokollen neben der Konzentration des Eichgases auch die Flaschennummer festzuhalten, um zu erkennen, ob vielleicht infolge „Alterung" bestimmte Flaschen die Konzentration schlechter halten als andere.

die in Abb. 1 niedergelegten Jahresschwankungen der Minima hart an der Fehlergrenze des URAS; das gilt besonders für den Vergleich von Messungen, zwischen denen das Eichgas gewechselt werden mußte.

Bei dieser Sachlage kann der gegen die Abszisse andeutungsweise konvexe Verlauf der Minimumkurve im Gegensatz zum eindeutig konkaven der Maximumkurve noch nicht als gesichert gelten. Wir brauchen ja nur den Konzentrationsangaben der Firma mehr zu trauen als unseren Interpolationen und die Mitte der Kurve um 25 ppm zu heben (wogegen freilich die Überschneidung mit dem nachfolgenden 278 ppm-Eichgas spricht), so würde der Kurvensinn bereits ins Gegenteil umschlagen, d. h. die Minima würden ähnlich den Maxima im Sommer steigen. Wir möchten aber immerhin darauf hinweisen, daß die Minima auch bei gleichbleibendem Eichgas im März fallende, Anfang Oktober steigende Tendenz zeigen.

Eine leise Andeutung für die von uns vermutete Absenkung der CO_2-Gehalte im Sommer gegenüber den Werten des zeitigen Frühjahrs und Spätherbstes kann man auch aus den Zahlen herauslesen, welche Walter und Zimmermann über die CO_2-Absorption durch Kalilauge in Joghurtflaschen mitgeteilt haben. Es handelt sich dabei freilich um recht unübersichtlich komplexe Größen, weil die Absorption nicht nur vom CO_2-Gehalt der Luft, sondern auch von der Turbulenz abhängt. Verff. deuten aber die relativ starke Absorption im Frühjahr (März/April) dahin, daß die Mikrobenatmung vor der Assimilation der grünen Pflanzendecke beginnt und nach ihr endet. Auch unsere Werte wären mit einer solchen Deutung vereinbar, weil sie gleichfalls eine sprunghafte Verschiebung des CO_2-Spiegels um diese Zeit zeigen, sofern unsere „Nivellierung" richtig ist.

II. Versuche auf der Zugspitze (2963 m) Frühjahr 1953

Unter dem etwas unbefriedigenden Eindruck dieses Ergebnisses haben wir uns im Winter 1952/53 entschlossen, die für den URAS ruhigste Zeit zu einer Aufstellung des Gerätes auf dem Observatorium des Zugspitzgipfels (2963 m) zu benützen. Wir hofften mit einer Laufzeit der Registrierungen bis Pfingsten einen allfälligen Gang im CO_2-Gehalt bei lückenloser Schneelage (Februar), beim Aperwerden (März/April) und schließlich Ergrünen des Freilandes (Mai) zu erfassen.

Trotz der räumlichen Enge genehmigte der Bayerische Wetterdienst (Direktor Dr. Arenhold) die Aufstellung in einem allerdings ungeheizten Schuppen der Wetterwarte. Auch das Personal, vor allem „Deutschlands höchster Beamter", Herr Assessor Ammann, unterstützte unser Vorhaben in jeder möglichen Weise; die Bayerische Zugspitzbahn gewährte für die ganze Beobachtungszeit Preisermäßigungen. Trotzdem erwiesen sich die methodischen Schwierigkeiten als weit größer, als wir gerechnet hatten: Als nach einer Vorerkundung Präparator Hey und der erste Autor das Instrumentarium am 19. Februar 1953 aufstellen wollten, wurde bei schneidendem Oststurm und — 28,5° die tiefste Temperatur seit dem

ersten Kriegswinter 1939/40 verzeichnet. Solchen Bedingungen war die empfindliche Apparatur nicht gewachsen; während die Membranpumpen aus den glashart gefrorenen Schläuchen die Außenluft einwandfrei ansogen und in den URAS weiterdrückten, versagte sowohl der optische wie der elektrische Teil: Die Steinsalzfenster trübten sich, Versuch- und Meßkammern wurden undicht, das Anzeigegerät gab selbst bei starker Verstellung der Blenden keine Ausschläge mehr. Wir mußten wichtige Teile ausbauen und der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen zur Überholung einsenden, die in dankenswerter Beschleunigung durchgeführt wurde. Inzwischen hatte uns die Dezimeterwellenstation der Bundespost in ihren leidlich geheizten Räumen gastlich aufgenommen, so daß vom 21. März ab lückenlose Aufzeichnungen zustande kamen. Aber auch diese Registrierungen entpuppten sich mit ihrem ausgeprägten Tagesgang in erster Linie als Ausdruck des temperaturbedingten Empfindlichkeitswechsels der Apparatur; bei der scharfen nächtlichen Abkühlung sanken alle Anzeigen; wenn Sonne die Mauern beschien (wir hatten bei vier Besuchen Fernsicht bis zum Großglockner, den Dolomiten und der Bernina) stiegen sie. Unter diesen Umständen ist eine Aussage über die absoluten CO_2-Gehalte nur an den Eichpunkten möglich. Es war unmöglich, das kostbare Eichgas (eine Flaschenfüllung DM 34,—) einfach „mitlaufen" zu lassen (das hätte keine 24 Stunden gereicht); wir mußten vielmehr dankbar sein, daß der Wetterwart trotz seiner dienstlichen Überlastung jeden zweiten bis dritten Tag eine Eichung vornahm. Nur Ostern und Pfingsten übernahmen der zweite Autor und Präparator Hey die Dauerbeobachtungen und eichten tagsüber alle drei Stunden.

Wir glauben, diese Schwierigkeiten schildern zu sollen, um späteren Untersuchungen Fehlschläge zu ersparen. Wir können im Einvernehmen mit der Badischen Anilinfabrik einen Einsatz des URAS nur dort empfehlen, wo für eine einigermaßen temperaturkonstante, jedenfalls ausreichend warme Aufstellung gesorgt ist. Auch auf dem Prüfstand der Anilinfabrik steht der URAS neuerdings in einem Holzverschlag mit elektrischer Temperaturregelung[4]).

Und nun zu den Ergebnissen dieser wenigen Terminbeobachtungen! Bei täglich sechs Eichterminen (8, 11, 13, 16, 19 und 22 Uhr) betrug die mittlere Tagesamplitude vom 26. April bis einschließlich 1. Mai nur 7,8 (6—12) ppm, vom 22. bis einschließlich 25. Mai 8 (5—14) ppm. Soweit die schwachen Ausschläge eine Aussage erlauben, liegen die Höchstwerte in den Morgenstunden, die Kleinstwerte abends. Das Tagesmittel betrug beim Apriltermin 315 (313—316), beim Maitermin 313 (310—316) ppm. An den Tagen, an denen das Personal

[4]) U. U. wird es sich auch empfehlen, die Vergleichskammer des URAS statt mit Stickstoff mit einem dem natürlichen Gehalt möglichst nahekommenden Eichgas oder sogar natürlicher Luft stillzulegen und durch die Versuchskammer nur die Abweichungen von dieser Konzentration mit höchster Empfindlichkeit (1 Skalenteil = 1 ppm) aufzeichnen zu lassen.

der Wetterwarte Eichpunkte setzte, schwankten die Werte zwischen 302 und 315 (Mittel 308,3; 13.—23. April) bzw. 288 (einmaliger Wert am 17. Mai, sonst über 312) und 322 (Mittel 313, ohne den Ausreißer 315,7; 6.—21. Mai). Auch mit diesen „Ausschlägen" liegen wir innerhalb der bereits gekennzeichneten Fehlergrenze, zumal am 22. Mai das Eichgas gewechselt werden mußte und das neue 300 ppm-Eichgas etwas tiefer schrieb als das alte 295 ppm-Eichgas. Wir können daher das dürftige Ergebnis all dieser Bemühungen nur dahin zusammenfassen, daß ein allfälliger Jahresgang an der Fehlergrenze unserer wechselnden Eichgase liegt und nur unter Beachtung der gewonnenen Erfahrungen, durch noch genauere Untersuchungen sichergestellt werden könnte.

Vielleicht ermuntern diese Ausführungen einen oder den anderen der immer zahlreicher werdenden URAS-Besitzer — nach dem Jahresbericht 1951 der Deutschen Forschungsgemeinschaft gehört der URAS z. Z. zu den am häufigsten erbetenen Geräten —, auch seinerseits auf diese Fragen zu achten. Aus diesem Grunde haben wir auch die Schwierigkeiten und Fehlerquellen einer solchen Untersuchung offen dargestellt.

III. Erfahrungen anderer Autoren

Inzwischen haben wir aus der Weltliteratur noch einige einschlägige Angaben entnehmen können. Wir verdanken sie vor allem dem 1951 in Boston erschienenen dickleibigen Compendium of Meteorology, dessen erstes Kapitel der Zusammensetzung der Luft gewidmet ist und S. 4/5 und S. 9 das Kohlendioxyd behandelt. Uns interessiert vor allem die Angabe, daß der CO_2-Gehalt im Liter Wasser rund 150 mal so hoch ist wie in der Luft und mit der Temperatur erheblich ansteigt (von 0—30° auf das Dreifache; in diesem Zusammenhang wird sogar dem Golfstrom eine Rolle bei der Verfrachtung von CO_2 zugeschrieben; Buch, Wattenberg). Obschon sich zwischen Luft und Wasser kein völliges Gleichgewicht einstellt, wird der CO_2-Gehalt der Luft an der Eismeerküste (Petsamo) mit 297—313, an tropischen Küsten dagegen mit 319—335 ppm angegeben. In Kew soll danach auch subtropische Warmluft von polarer Kaltluft im CO_2-Gehalt deutlich unterscheidbar sein (Differenz 19 ppm; Callendar), eine Angabe, die angesichts der Nähe der Großstadt London in ihrer Zuverlässigkeit etwas zweifelhaft erscheint. Dieppe an der französischen Küste, Gembloux in Belgien geben für den gleichen Fall nur Unterschiede von 8 ppm an. Solche Angaben passen insofern zu unseren Erfahrungen, als auch diese Effekte erst in der Größenordnung eines tausendstel Prozents liegen.

Völlig aus dem Rahmen fallen, wie in vielen anderen Punkten, die Zahlen, welche Kreutz in dieser Zeitschrift 1941 über den jahrszeitlichen Gang des CO_2-Gehaltes an der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Gießen gemacht hat: In seiner Abb. 4 schwanken selbst in 14 m Höhe die Monatsmittel noch zwischen 300 und über 500 ppm. Das ist wohl nicht allein der

ziemlich groben Methode (Rieco-Kohlensäuremesser; die Luftproben von 500 ccm wurden mittels Handgebläse entnommen!) zuzuschreiben, sondern — worauf Verf. selbst S. 104 oben hinweist — auch groben Störungen durch Industrie-Abgase. Diese Angaben müssen daher für unsere Betrachtung ausscheiden.

Wir möchten unsere empirisch etwas unbefriedigenden Ausführungen mit einer theoretischen Überlegung abschließen: Wie ist die Feststellung eines höchstens ganz geringfügigen jahreszeitlichen Ganges im CO_2-Gehalt mit der Tatsache einer Vegetationsperiode vereinbar, in welcher doch offenbar die Produktion den Zerfall von Pflanzenmasse überwiegen muß. Wir glauben darauf antworten zu dürfen, was schon bei Huber 1952 b angedeutet wurde: Der große Tag-Nacht-Gegensatz in der CO_2-Bindung und -Entbindung der Vegetation wird durch die atmosphärische Turbulenz im 24-Stunden-Rhythmus nicht in Bodennähe, sondern erst in 100—200 m Höhe ausgeglichen. Die jahreszeitlichen Unterschiede in der CO_2-Bilanz sind vermutlich geringer als die täglichen, weil mit der Temperatur nicht nur die Assimilation, sondern auch die Atmung sinkt, die beiden Hemisphären verschiedene Jahreszeiten haben und die Ozeane stark puffernd wirken dürften. Der Turbulenz bleibt unter diesen Umständen genügend Zeit, die Unterschiede auszugleichen, zumal die jährliche Assimilation nur etwa 2 % des CO_2-Vorrates der Atmosphäre beansprucht.

Zusammenfassung

Während der Tagesgang im CO_2-Gehalt mit dem URAS ohne weiteres registrierbar ist, konnten für den Jahresgang nur schwache Andeutungen (Absinken der täglichen Minima im Sommer um 10 bis 20 ppm bei gleichzeitig beträchtlichem Anstieg der Maxima) gefunden werden. Die Frage bedarf daher weiterer Prüfung. Die Ursachen für die Kleinheit der Jahresamplitude werden erörtert.

Literatur

Buch, K., Kohlensäure in Atmosphäre und Meer. Ann. Hydrogr. Hamburg **70**, 193—205 (1942).

Callendar, R. S., Variations of the amount of CO_2 in different air currents. Quart. J. Res. Meteorol. Soc. **66**, 395—400 (1940; zitiert nach Compendium of Meteorology).

Compendium of Meteorology. Herausgegeben von T. F. Malone mit zahlreichen Mitarbeitern. Boston 1951.

Egle, K., und Schenk, W., Die Anwendung des Ultrarot-Absorptionsschreibers in der Photosyntheseforschung. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **64**, 180—197 (1951).

Huber, B., Der Einfluß der Vegetation auf die Schwankungen des CO_2-Gehaltes der Atmosphäre. Arch. Meteorol. **4**, 154—167 (1952).

Huber, B., Über die vertikale Reichweite vegetationsbedingter Tagesschwankungen im CO_2-Gehalt der Atmosphäre. Forstw. Cbl. **71**, 372—380 (1952).

Kreutz, W., Kohlensäuregehalt der unteren Luftschichten in Abhängigkeit von Witterungsfaktoren. Angew. Bot. **23**, 89—117 (1941).

Tonzig, S., Osservazioni sopra le oscillazioni giornalieri della CO_2 dell'aria a disposizione delle piante superiori nei diversi periodi dell'anno. Nuovo Giornale Bot. Ital. n. s. **57**, 583—618 (1950).

Walter, H., und Zimmermann, W., Ökologische CO_2-Absorptionsmessungen in verschiedenen Pflanzenbeständen. Z. f. Bot. **40**, 251—268 (1952).

Wattenberg, zitiert nach Compendium of Meteorology.

Besprechungen aus der Literatur

Buchner, Paul, Endosymbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen. (Lehrbücher und Monographien aus dem Gebiet der exakten Wissenschaften. Reihe der experimentellen Biologie Bd. 12.) Verlag Birkhäuser, Basel—Stuttgart 1953. 771 S., 336 Abb., 5 Tab., 3 Tafeln, 66,50 DM.

Seit mehr als 40 Jahren hat der Autor mit einer großen Zahl von Schülern an der Erforschung dieses Grenzgebietes gearbeitet, auf dem botanische, zoologische, mikrobiologische und medizinische Gedankengänge und Probleme sich verflechten und, abgesehen von der hohen theoretischen Bedeutung, zahlreiche Verbindungen zur angewandten Forschung bestehen. Nachdem es gelungen ist, in einer Reihe von Fällen, z.B. bei der Schildlaus *Pseudococcus citri,* bei den Käfern *Sitodrepa panicea, Lasioderma serricorne, Oryzaephilus surinamensis,* bei der Wanze *Coptosoma scutellatum* und bei einigen Blutsaugern die Symbiose zu sprengen, hat sich gezeigt, daß es offenbar weniger auf die Lieferung von Enzymen als auf die Ergänzung einer einseitig zusammengesetzten Nahrung (Pflanzensaft, Wirbeltierblut, zellulosereiche Kost) durch Wuchsstoffe und Vitamine aus der B-Gruppe ankommt, die von symbiontischen Bakterien und Pilzen geliefert werden. Allerdings deuten die zahlreich vorhandenen Ausnahmen darauf hin, daß es auch Insekten gibt, die keine Symbionten besitzen, trotzdem auf den gleichen Substraten leben und wohl als auxo-autotroph anzusehen sind. Auch der Umstand, daß es in einzelnen Fällen nach der Sprengung einer Symbiose nicht zu Ausfallerscheinungen gekommen ist, spricht gegen eine Verallgemeinerung von positiven Ergebnissen. Bei pflanzensaftsaugenden Insekten, die im großen und ganzen sämtlich Symbiontenträger sind, sollen die vorhandenen Ausnahmen damit in Verbindung stehen, daß die Nahrung eine verschiedene biologische Wertigkeit besitzt, wenn entweder Siebröhren, deren Saft für die Versorgung mit Wirkstoffen nicht zu genügen scheint, oder einzelne Zellen angestochen werden. Hier spielt auch die Verbesserung der Nahrung durch Stickstoffbindung eine Rolle, die bei den Symbionten von Aphiden durch Thot und Peklo, von Cerambyciden durch Schanderl und von *Pseudococcus citri* durch R. Fink nachgewiesen worden ist, allerdings auch nach Ansicht des Autors, mindestens im ersten Fall, der Nachprüfung bedarf und wohl in keinem der drei Fälle bis jetzt durch Versuche mit schwerem Stickstoff oder mit Stickstoff-Argon-Gemischen gesichert worden ist. Ferner wird in einigen Fällen die Beteiligung der Symbionten am Abbau von Uraten und anderen Exkreten diskutiert, eine Möglichkeit, auf die vor Jahren schon Sulc und der Referent hingewiesen haben.

Auf rund 500 Seiten behandelt der Autor die einzelnen Gruppen von Symbiosen, zunächst die Algensymbiose, dann die Symbiosen mit Pilzen und Bakterien bei Insekten mit zellulosereicher Nahrung, bei Insekten, die in Baumflüssen leben, bei Pflanzensaft- und Wirbeltierblut-Saugern sowie Kreatinfressern, bei Insekten mit gemischter Kost sowie schließlich die Leuchtsymbiosen und die in Exkretionsorganen lokalisierten Symbiosen. Auf etwa 180 Seiten werden die mit den Beziehungen der beiden Partner zueinander zusammenhängenden Fragen und die phylogenetischen Probleme erörtert, die sich aus der Verbreitung und Ausbildungsform der Symbiosen bei einzelnen Gruppen von Symbiontenträgern, z. B. bei den Zikaden, er-

geben. Die Beschäftigung mit dem vielversprechenden Gebiet, dessen Bearbeitung namentlich in physiologischer Hinsicht noch längst nicht abgeschlossen ist, kann auch dem angewandten Botaniker angeraten werden, soweit er sich den Kontakt mit den fruchtbaren Gründen der reinen Wissenschaft bewahrt hat. Das Werk des Autors ist eine ausgezeichnete Einführung. Selbst wenn man den Gedankengängen nicht immer beizustimmen vermag, so ist die Darstellung doch durch ihre Geschlossenheit imponierend.

W. Schwartz, Mahlum.

Bünning, E., Entwicklungs- und Bewegungsphysologie der Pflanze. Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1953. 539 S., 479 Abb. Brosch. 49,60 DM, geb. 54,60 DM.

Die dritte Auflage von Bünnings „Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze" folgt der zweiten nach fünf Jahren. Anfang (Grundfragen, Aktivitätswechsel, Wachstum, Zell- und Kernteilung) und Schluß (Bewegungsmechanismen, Reizerscheinungen) sind trotz zahlreicher Überarbeitungen im einzelnen in Umfang und Gliederung ziemlich gleich geblieben (neu eingefügt ist ein halbseitiges Kapitel über „die Wirkung von Radiowellen" mit Hinweis auf das Problem der Wetterfühligkeit). Dagegen ist das Kernstück der ganzen Darstellung, der Abschnitt über „Die inneren Faktoren der Differenzierung" von Grund auf neu gestaltet und erheblich erweitert. Das Problem der Differenzierung steht ja seit einigen Jahren im Brennpunkt nicht nur der Arbeiten des Verfassers und seiner Schule, sondern des botanischen Weltinteresses, und es hat fast den Anschein, als wären die Arbeiten auf diesem Gebiete berufen, in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts die reine Merkmalsgenetik abzulösen. Das Grundproblem ist dabei, wie aus ursprünglich gleichveranlagten Zellen nach und nach Verschiedenes entsteht. Die ursprüngliche Erwägung, daß es sich dabei um eine Entmischung von Erbanlagen handeln könnte, tritt (trotz sich mehrender Befunde über Polyploidisierung mancher Gewebsschichten) immer mehr in den Hintergrund hinter einer Milieutheorie, welche das Schwergewicht auf die nachbarliche Beeinflussung im Gewebefeld legt. Lehren doch alle Regenerationen, daß anlagemäßig in den Zellen immer noch andere Möglichkeiten stecken, als sich in der konkreten Bedingungskonstellation verwirklichen.

Ein Referat kann über diese Andeutungen hinaus unmöglich versuchen, die z. T. doch recht schwierigen Gedankengänge wiederzugeben, die neben vielem Hypothetischen beispielsweise auf dem Gebiet der „determinierenden Hormone" schon manches gut Gesicherte enthalten. Man kann das Buch nur erneut gründlichem Selbststudium empfehlen!

In diesem Zusammenhang drängt sich dem Ref. auch ein Wort über die Leser auf: Für ein Werk, das immerhin nur einen Ausschnitt aus der Pflanzenphysiologie behandelt, ist die rasche Auflagenfolge ungewöhnlich, auf botanischem Gebiete m. W. sogar einmalig. Sie ehrt natürlich in erster Linie den Verfasser, der wohl allgemein zu den ideenreichsten Botanikern unserer Zeit gerechnet wird; sie ehrt aber — und das sei besonders hervorgehoben — auch den Leser, der damit gezeigt hat, daß er, verbreiteter Meinung entgegen, keineswegs nur bis ins Kleinste vorgekaute Kost und fertige Lehrmeinungen sucht, sondern sich einem wirklich Berufenen willig anvertraut, wenn er ihn mitten in die modernste Problematik einer Wissenschaft führt und unmittelbar am Entstehen neuer Erkenntnisse teilhaben läßt.

Druckfehlerberichtigung

zum 2. Vorläufigen Mitgliederverzeichnis der Vereinigung für angewandte Botanik, Berlin-Dahlem

(Stand 1. Februar 1955)

Bei dem in Band XXIX, Heft 1, abgedruckten Verzeichnis ist auf Seite 65 der 6. Name „Schulz, Dr. Georg" zu streichen und dafür zu setzen:

Schulze, Dr. Werner, o. Professor, Ministerialdirigent, Abteilungsleiter im Niedersächs. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, (20a) Hannover, Calenberger Str. 2.

An den Verlag sei die Bitte gerichtet, diesem großartigen Werk, das schon seit 1939 als zweiter und dritter Band eines „Lehrbuchs der Pflanzenphysiologie" bezeichnet wird, in absehbarer Zeit den einführenden Stoffwechselband folgen zu lassen. Sein Autor wird freilich Mühe haben, das Niveau des zweiten und dritten Bandes zu erreichen.

B. Huber, München.

Dijkman, M. J., Hevea. Thirty Years of Research in the Far East. The Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., USA 1951. XXII + 329 S., 6,— $.

Verf. ist es gelungen, die zahlreichen, vor allem in der holländischen Literatur zerstreut vorliegenden Spezialarbeiten über die Kultur der Hevea brasiliensis im Fernen Osten, die uns zum großen Teil unzugänglich sind, in einem sehr ausführlichen und sorgfältig angelegten Sammelreferat zusammenzustellen. Nach einer historischen Einleitung werden in einzelnen Kapiteln die in den niederländischen Kolonien gesammelten vielseitigen Erfahrungen über die Anbaumaßnahmen, Bodenbearbeitung, Anlage der Kulturen, das Pflanzenmaterial, die Pflanzweite, Wachstum und Entwicklung der Kulturen, den Ertrag in Abhängigkeit von den Kulturmaßnahmen, das Ziel und die Ergebnisse der Auslese und Züchtung, die Methodik des Zapfens, die parasitären und nicht parasitären Krankheiten zusammengestellt. Sehr eingehend äußert sich Verf. ebenfalls über die Anatomie des Milchröhrensystems. Die Arbeit ist dadurch besonders wertvoll, daß Verf. den Stoff sehr klar gliedert und darstellt, die vorhandenen Literaturangaben am Schluß jedes Kapitels zusammenfaßt und im Text sowie im Anhang zahlreiche Abbildungen, Tabellen und graphische Darstellungen bringt.

Das Buch wird in den Bibliotheken vieler wissenschaftlicher Institute oft und gern zu Rate gezogen werden.

U. Ruge, Hannover.

Esau, Katherine, Plant Anatomy. Verlag J. Wiley and Sons Inc., New York 1953. VII + 735 S., 182 Abb., 85 Taf. Geb. 9,— $.

Pflanzenanatomie ist eine der Grundlagen der botanischen Wissenschaft; zahlreiche Anwendungsgebiete bedienen sich ihrer Erkenntnisse. Verglichen mit Haberlandts „Physiologischer Pflanzenanatomie" treten bei der Autorin die entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkte mehr in den Vordergrund, während die Beziehungen zwischen Struktur und Funktion, einer der tragenden Gedanken bei Haberlandt, heute so selbstverständlich geworden sind, daß sie nur verhältnismäßig kurz gestreift werden. Die Beziehungen zur Morphologie und Organographie werden dagegen stärker betont; sie spielen besonders bei der Behandlung von Blüte, Frucht und Samen eine Rolle. Haberlandt spricht im Vorwort zur letzten Auflage seines Buches (1924) mit Bedauern davon, daß er die physiologische Anatomie der Fortpflanzungsorgane nicht mehr einbeziehen konnte; auch für die Autorin war die Darstellung mit einem „feeling of adventure" verbunden. Der Leser wird ihr für diese Kapitel sehr dankbar sein, deren Stoff sonst selten eine geschlossene Darstellung gefunden hat. Während Haberlandt die Gewebesysteme in den Mittelpunkt stellt und den Stoff streng nach anatomisch-physiologischen Gesichtspunkten gliedert, ist die Disposition bei der Autorin aufgelockert. Die Schilderung der Zellbestandteile, der Zellformen und Gewebetypen in 14 Kapiteln, darunter eine eingehende

Darstellung der Meristeme und der Vorgänge der Zelldifferenzierung, bildet die Grundlage für die weitere Behandlung des Pflanzenkorpers nach anatomisch-organographischen Gesichtspunkten, eingeteilt in Stamm, Blatt, Wurzel, Blüte, Frucht und Same. Auf die Verbindung der Teile zum Ganzen wird besonders hingewiesen, so etwa bei der Besprechung der Tüpfelverbindungen zwischen den Zellen des Holzkörpers oder bei der Darstellung der Kontinuität der Leitungsbahnen von den Wurzeln zur Hauptachse, zu den Blättern und zu den Seitenachsen.

Das Buch ist klar und anregend geschrieben und sehr gut ausgestattet. Es wird auch die deutschen Botaniker interessieren. Die wichtigste Literatur ist am Ende der einzelnen Kapitel zitiert; auch Arbeiten von historischem Interesse sind erwähnt, wenn auch nur in beschränktem Umfang, so fehlt z. B. ein Hinweis auf Tangl bei der Besprechung der Plasmodesmen. Die Textabbildungen sind sorgfältig ausgeführte Zeichnungen. Auf den Tafeln sind hauptsächlich Mikrophotographien von Schnitten durch Gewebe und Organe dargestellt, versehen mit eingehenden Erläuterungen und teilweise ergänzt durch schematische Zeichnungen.

W. Schwartz, Mahlum.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Begründet von Paul Sorauer. II. Band. 6., neu bearbeitete Auflage, 1. Lfg.: Viruskrankheiten. Bearbeitet von **E. Köhler** und **M. Klinkowski.** Paul Parey, Berlin 1954. 786 S., 326 Abb., Lw. 150,— DM.

Endlich liegt in einer neu bearbeiteten Auflage der lange erwartete Teil „Viruskrankheiten" des Handbuches der Pflanzenkrankheiten vor, der eine empfindliche Lücke in der phytopathologischen Literatur schließt. Die Probleme der allgemeinen Virusforschung hatten in dem Werk von F. C. Bawden: „Plant viruses and virus diseases" 1950 eine umfassende Zusammenstellung gefunden. Man mußte sich aber die Frage vorlegen, ob und wie es gelingen könnte, das seit der ersten Zusammenfassung der Viruskrankheiten im „Sorauer" 1934 unübersehbar gewordene Schrifttum, besonders des speziellen Teiles dieses Gebietes, in den Rahmen des Handbuches der Pflanzenkrankheiten einzuspannen. Noch erschwerender als die Menge der Literatur ist für die Bearbeiter die Unterschiedlichkeit des Wertes und der Zuverlässigkeit der Virusarbeiten. Neben Darstellungen besonders der letzten Jahre, in denen alle Erkenntnisse der Virusforschung unter Anwendung der modernen Untersuchungsmethoden verwertet werden, gibt es eine übergroße Zahl von teils oberflächlichen, teils durch die Kompliziertheit der Materie bedingten unvollständigen Beobachtungen. Eine kritische Sichtung ist schwierig, eine Überprüfung meist unmöglich. Zu diesen sachlichen Schwierigkeiten allgemeiner Art kommt die besondere der Nomenklatur. Auch in der Botanik und der Zoologie gibt es Unzulänglichkeiten, aber in der Virusforschung herrscht noch nicht einmal über den Modus der Namengebung Einigkeit. Seit dem Werk von K. M. Smith: „A textbook of plant virus diseases" (1937) ist eine umfassende Darstellung des speziellen Teiles der Forschung, die sowohl dem wissenschaftlich Arbeitenden wie dem Praktiker dient, denn auch nicht mehr versucht worden. Das trotz der umfangreichen Literatur noch immer sehr lückenhafte Wissen mag auch heute eine Gesamtdarstellung als verfrüht erscheinen lassen. Aber was Köhler in seiner Stellungnahme zu den Nomenklaturfragen über den Zustand des gesicherten Wissens sagt, könnte allgemein gesehen als Leit-

gedanke über dem Virusband stehen: „Wenn die Virusforschung eine rein akademische Angelegenheit wäre, so könnte man diesen Zustand in Ruhe abwarten. Die Virusforschung hat aber eine eminent praktische Seite, die auf eine brauchbare, wenn auch vorläufige Regelung nicht verzichten kann" (Seite 88).

Der Versuch einer solchen Regelung wurde in diesem Virusband unternommen. E. Köhler hat den allgemeinen Teil und im speziellen Teil die Familien der Chenopodiaceen und Solanaceen, M. Klinkowski die übrigen Familien bearbeitet. In bewußter und im Rahmen des „Sorauer", der ja vorwiegend praktischen Forderungen Rechnung tragen soll, notwendiger Beschränkung hat Köhler auf die Diskussion umstrittener Fragen, wie Wesen des Virus oder Entstehung, verzichtet und bei umfassend bearbeiteten Teil- oder Grenzgebieten, wie Bakteriophagen, Serologie, Virusreinigung u. a., auf Spezialarbeiten verwiesen. Der allgemeine Teil ergibt ein sehr zusammengedrängtes, aber übersichtliches Bild der Fragestellungen, bemüht sich, vergleichbare Versuchsergebnisse zusammenzufassen, und bringt bei strittigen Fragen die verschiedenen Meinungen in objektiver Darstellung.

Im speziellen Teil wurden die Viruskrankheiten nach den Hauptwirtspflanzen, die wiederum nach ihrer botanischen Zugehörigkeit zusammengefaßt sind, geordnet. Nur bei der infektiösen Buntblättrigkeit wurde von diesem Schema abgewichen. Gut definierte Virosen werden in einzelnen Abschnitten unter einer in vielen Fällen neu geschaffenen deutschen Bezeichnung gesondert besprochen, die notwendige Orientierung wird durch eine möglichst vollständige Aufzählung der Synonyme erreicht. Geographische Verbreitung, Symptome, Wirtspflanzenkreis, Vektorinsekten, physikalisch-chemische Eigenschaften und andere Daten sind aufgeführt und ermöglichen die Identifizierung. Bei wirtschaftlich wichtigen Virosen werden auch spezielle Bekämpfungsmaßnahmen angegeben. Unvollständig beschriebene oder fragliche Viruserscheinungen sind meist in Gruppen zusammengefaßt. Ob die Abgrenzung oder Zusammenfügung mancher Virosen immer gesichert ist, mag z. B. bei den Cruciferenvirosen u. a. fraglich sein; jedoch ist diese Art der Behandlung durch die Unzulänglichkeiten unserer Erkenntnisse oder der vorliegenden Versuchsergebnisse bedingt, und auch hier überwiegt zu Recht die „eminent praktische Seite" gegenüber theoretischen Bedenken. Überdies gibt das fast überreiche Literaturverzeichnis, das den einzelnen Abschnitten folgt, die Möglichkeit, die Zusammenstellung an Hand der Originalliteratur zu überprüfen. Der Praktiker wird vielleicht bei manchen Kulturpflanzen eine Art Bestimmungsschlüssel vermissen, doch ist bei dem heutigen Stand unseres Wissens die Aufstellung eines solchen Hilfsmittels wohl noch nicht möglich. Daß auch sonst einige Wünsche offen bleiben, tut der großartigen Gesamtleistung jedoch keinen Abbruch. Die Darstellung ist klar und wird durch zahlreiche gut gewählte und gut reproduzierte Abbildungen wirkungsvoll unterstützt. Die Ausstattung des Werkes ist vorzüglich, leider ist der Preis sehr hoch.

Die schwere Aufgabe, vor der die Verfasser standen, ist im Rahmen des Möglichen hervorragend gelöst. Der vorliegende Band bedeutet einen Markstein in der Geschichte der Virusforschung und gehört in die Hand eines jeden biologisch oder phytopathologisch Interessierten.

H. A. Uschdraweit, Berlin-Dahlem.

Roemer-Scheffer, Lehrbuch des Ackerbaues 4. Aufl., neu bearbeitet von **F. Scheffer** und **O. Tornau.** Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1953. 466 S., 85 Abb., 169 Tab. Kart. 35,— DM. Ganzl. 38,— DM.

Eines der Theodor Roemer überdauernden Lebenswerke, seine in Gemeinschaft mit F. Scheffer 1933 erstmalig herausgebrachte „Ackerbaulehre", liegt nunmehr in 4. Auflage vor. Es zeugt gewiß von der großen Wertschätzung, an welcher In- und Ausland gleichermaßen beteiligt sind, daß dieses umfassende Lehrbuch des Ackerbaus innerhalb der letzten neun Jahre drei Neuauflagen erleben konnte. Als Bearbeiter der jüngsten Auflage wirkte neben dem Alt-Autor F. Scheffer, nach Th. Roemers Tod O. Tornau-Göttingen mit. In der Hand beider Autoren lag es, das wesentlich von Roemers schöpferischem Geist geprägte Werk mit neuem und neuestem Tatsachenmaterial zu füllen.

Auch in der jüngsten Auflage wurde die bewährte Stoffgliederung in den Grundzügen beibehalten. Boden, Klima und Witterung und der gegenseitige Einfluß aller einschlägigen Faktoren auf Ertragsbildung und -leistung der Pflanze werden zunächst als die Grundlagen einer allgemeinen Ackerbaulehre abgehandelt. Die großen Kapitel über Fruchtwechsel, Bodenbearbeitung und Düngung, als die technischen Maßnahmen zur erfolgreichen Pflanzenproduktion, schließen sich an, und die Abschnitte über Saatgut und -pflege, Unkraut und Unkrautbekämpfung runden den wesentlichen Inhalt des Werkes ab. In Wegfall gekommen ist in der Neuauflage lediglich das Kapitel über Ernte, Vorratshaltung und Verlustminderung, um diese vorwiegend pflanzenbaulichen Fragen einschlägigen Lehrbüchern des Pflanzenbaus vorzubehalten. Ein neu verfaßtes Schlußwort behandelt schließlich kurz die Probleme der Erntevoraussage und Erntestatistik und bringt wertvolle Zahlenangaben über die Bewegung der europäischen Ernten.

Wenn auch große Abschnitte der Neuauflage nach Inhalt und Diktion der vorausgegangenen völlig entsprechen, so vermerkt doch der aufmerksame Leser gern die vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen. Dies trifft z. B. für das wichtige Kapitel über den Fruchtwechsel zu, in welchem vor allem der Abschnitt über die biologischen Grundlagen eine modernere und geschlossenere Darstellungsform erhielt. Im gewissen Sinne Ähnliches gilt für die Behandlung der Fragen der Gründüngung und des Humusbedarfs im Rahmen des Kapitels über die Düngung. Eine völlige und sehr bemerkenswerte Neufassung erfuhr der Abschnitt über die Bodenbearbeitung. Ohne räumliche Umfangserweiterung gegenüber der 3. Auflage erfolgte hier eine unter Berücksichtigung neuerer Forschungsergebnisse gestraffte Darstellung aller durch die Bodenbearbeitung anzustrebenden physikalischen und biologischen Bodenzustandsgrößen, aller ackerbautechnisch vermeidbaren Fehler sowie eine Darstellung der Wirkungsweise der verschiedenen Ackergeräte generell und zu verschiedenen Jahreszeiten im besonderen. Hingegen vermißt der aufmerksame Leser eine sicherlich in einer Neuauflage einmal notwendig gewordene Neufassung des Kapitels über die Unkrautbekämpfung. So ist z. B. eine umfassende Darstellung bzw. kritische Stellungnahme zum Einsatz der neuen Wuchsstoffpräparate als Herbizide im Ackerbau erwünscht. Auch läßt sich sicherlich im Laufe der Zeit noch manche Abbildung von geringerem demonstrativen Wert (z. B. Abb. 81, 83) durch bessere ersetzen und werden die den einzelnen Abschnitten anhangsweise beigegebenen Literaturquellen nach alphabetischer Ordnung der Autoren noch an Überschaubarkeit gewinnen.

Wie schon die früheren Auflagen, so erweist sich auch die neue Roemer-Scheffer-Tornausche „Ackerbaulehre" wiederum als ein wahrhaft umfassender neuzeitlicher Führer durch das Gesamtgebiet einer ackerbautechnischen Produktionslehre mit allen ihren daran im einzelnen, zumeist aber in Komplexform mitwirkenden physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren. Dabei beruht der Wert dieses Werkes nicht nur in der Herausarbeitung aller allgemein gültigen Gesichtspunkte und ackerbaulichen Gesetzmäßigkeiten, sondern nicht minder in dem in den Text allenthalben eingearbeiteten Erfahrungsschatz an praktischen Beispielsfällen. Solchen Beispielen zur Präzisierung von Abweichungsnotwendigkeiten von der Regel kommt naturgemäß besonderes Gewicht zu. Erfreulich ist, daß hierbei wiederum Beispielsfälle und Erfahrungstatsachen aus ganz Deutschland Berücksichtigung fanden, darüber hinaus auch solche aus ganz Europa. So wird auch diese neue Auflage eines längst bewährten Standardwerkes der Landbauwissenschaft wieder vollen Anklang und vielfältigen Eingang in den Kreisen des In- und Auslandes finden, um im besten Sinne zu belehren und, was weit wichtiger ist, immer zu erneuter Beobachtung und ackerbaulicher Forschung anzuregen.

A. Scheibe, Gießen.

Rühl, A., Das südliche Leinebergland. Eine forstlich-vegetationskundliche und pflanzengeographische Studie. Pflanzensoziologie, Bd. 9. Verlag Gustav Fischer, Jena 1954. VIII, 155 S., 3 Übersichts- und 51 Verbreitungskarten, 25 Abb. auf 8 Taf. Brosch. 14,80 DM.

Im Band 9 der Reihe vegetationskundlicher Gebietsmonographien „Pflanzensoziologie" wird das südliche Leinebergland behandelt. Das Untersuchungsgebiet umfaßt in erster Linie die weitere Umgebung Göttingens. Die Art der Behandlung des Stoffes weicht in verschiedener Hinsicht von der in den bisher erschienenen Bänden der Reihe ab. Einerseits werden nämlich nicht sämtliche Pflanzengesellschaften, sondern nur diejenigen der Wälder berücksichtigt. Andererseits ist erstmalig ein ausführliches Verzeichnis von Pflanzenarten des Arbeitsgebietes aufgenommen worden. Hierbei finden allerdings wiederum im wesentlichen nur die Pflanzen der Wälder Berücksichtigung. Der floristische Teil besitzt den gleichen Umfang wie die Kapitel, die die Pflanzengesellschaften behandeln. Jedoch werden auch in ihm im bevorzugten Maße die Standortansprüche und das soziologische Verhalten der Arten dargestellt. Hierdurch entsteht ein vielseitiges Bild der pflanzengeographischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes. Die Artenzusammenstellung der Waldgesellschaften ist in einer großen Übersichtstabelle und das Vorkommen einer Reihe von Leitpflanzen in 54 Punktverbreitungskarten wiedergegeben. Der Verfasser hat früher in Estland geobotanisch gearbeitet. Seine vergleichenden Betrachtungen über das Verhalten einer Reihe von Arten in diesem Gebiete und im Leinebergland ergeben vielfach interessante Ausblicke.

R. Knapp, Köln.

Schussnig, B., Handbuch der Protophytenkunde. Bd. I. Verlag Gustav Fischer, Jena 1953. VII + 636 S., 198 Abb., Gr. 8°. Geb. 56,— DM.

Dem Vorwort ist zu entnehmen, daß das Handbuch, dessen erster Band nunmehr vorliegt, als zweite Auflage der 1938 vom gleichen Verf. erschienenen „Vergleichenden Morphologie der niederen Pflanzen" gedacht und im Manuskript bereits 1943 fertiggestellt war. Es hat unter Einschluß der seit dieser Zeit neu gewonnenen Erkenntnisse und Untersuchungs-

ergebnisse eine starke Erweiterung erfahren, wobei Verf. von dem Bestreben ausging, „alle in diesem Buch behandelten Tatsachen und Probleme in vergleichend-entwicklungsgeschichtlicher Schau darzulegen, denn Gestalt und Funktion sind nicht von Anfang an gegeben, sondern sie sind etwas Gewordenes".

In der Einleitung findet sich u. a. der weitere Hinweis, daß für „alle Fragen der Entwicklungsgeschichte, der Genetik und der phylogenetischen Systematik der niederen Pflanzen ... die Klarstellung der Morphologie und des geschichtlichen Ablaufes der Fortpflanzung eine unerläßliche Voraussetzung" sei, weshalb diesen Erscheinungen eine ganz besondere Sorgfalt zuteil werden solle, wobei im Sinne der modernen Morphologie der Formenreichtum „auf Grund der entwicklungsgeschichtlichen Analyse der Gestaltwerdung unter Zugrundelegung der die Gestaltung lenkenden Ganzheitsstruktur und der sie abwandelnen aktiven Reaktionsfähigkeit" zu gliedern sei.

Obwohl zu etwa gleicher Zeit herausgekommen wie die „Allgemeine Biologie" von M. Hartmann, ist das eine Werk durch das andere nicht überflüssig geworden, im Gegenteil, sie dürften sich — wenn auch gewisse Überschneidungen vorhanden sind — gut ergänzen, schon deshalb, weil z. B. die Viren und auch die Bakterien eine viel eingehendere Berücksichtigung bei Verf. gefunden haben und finden mußten, als in der neuen Auflage von M. Hartmann.

Der Stoff ist im 1. Band nach Eingehen auf die „lebende Materie und die Zelle" in 3 Kapitel aufgeteilt. Im 1. Kapitel, das seinerseits wieder in 9 Abschnitte unterteilt ist, behandelt Verf. sehr ausgiebig das Cytoplasma; im 1.-bis 3. Abschnitt werden die chemischen Eigenschaften, die Proteine und Nukleoproteine besprochen, im 4. die Enzyme, im 5. die Betriebsstoffe der Zelle, im 6. die „Wirkstoffe" (zu denen im allgemeinen auch die Enzyme rechnen!), wie Vitamine, Wuchsstoffe, Hormone, antibiotische Substanzen, während der letzte, also 9. Abschnitt, die etwas verwunderliche Überschrift trägt — „Lebende Moloküle. Viren, Bakteriophagen. Plasmagene" — verwunderlich vor allem deshalb, weil einmal die Bezeichnung Plasmagene an Stelle von Plasmon in Übereinstimmung mit M. Hartmann als „gegenwärtig unberechtigt" abzulehnen ist, zum anderen weil diese Plasmagene als „Lebende Moloküle" zusammen mit den Viren, einschließlich der Bakteriophagen (!), an dieser Stelle ihre „Würdigung" finden mit der Begründung: Es erscheine plausibler, „alle nachweisbaren biomolekularen Strukturen des Cytoplasmas, wie Kerngene, Plasmagene, Viren, Phagen, karzinogene Teilchen usw. als synthetische Produkte des lebenden Cytoplasten anzusehen, welche im Wege des unendlich komplizierten Zellanabolismus in eigengesetzlicher katalytisch gesteuerter Abfolge und unabhängig voneinander entstanden, in ihren chemischen und energetischen Eigenschaften spezifisch und deterministisch verschieden sind, und in der Zelle, als dem Substrat evolutiver Entfaltung, bestimmten zelleigenen, benignen oder malignen Funktionen zugeordnet wurden".

Im 2. Kapitel wird „Der Archiblast" abgehandelt, worunter Verf. dem „evolutiv bedingten Tatbestand Rechnung" tragend, die „akaryoten Zelltypen" zum Unterschied von den auf höherer evolutiver Stufe stehenden eukaryoten Zelltypen, verstanden wissen will, „eine bereits bestehende Bezeichnung . . ., in welcher die relative Wertung dieser Zelldifferenzierungsstufe zum Ausdruck gebracht werden soll". Diesem Zelltypus zugeordnet

werden die Schizomyceten oder Bakterien, die Spirochäten und die Cyanophyceen oder Blaualgen. Das 2. Kapitel umfaßt allein 127 Seiten!

Wegen der Trennung von akaryoten und eukaryoten Zelltypen wird auch verständlich, weshalb erst im nächsten, also 3. und letzten Kapitel „der Zellkern" Berücksichtigung findet. In 6 Abschnitten werden hier u. a. der Ruhekern, die mitotische Kernteilung, die Mitosetypen der Proto- und Thallophyten, die meiotische Kernteilung sowie „Zellorganisation und evolutive Gestaltung" abgehandelt.

Ein Sach- und Artenverzeichnis sowie textliche und Literatur-Ergänzungen beschließen den ersten Band.

Man wird dem Verf. vorbehaltlos und dankbar zuerkennen müssen, daß er damit eine geradezu ungeheuere Arbeitsleistung vollbracht hat; denn es ist teilweise eine fast erdrückende Fülle von einschlägigen Veröffentlichungen verwertet worden. Dem den jeweiligen Gebieten der Protophytologie Fernerstehenden erschließt sich hiermit eine wahrhafte Fundgrube interessanter und auch bedeutender Ergebnisse experimenteller Forschung, eingeordnet nach Gesichtspunkten der funktionellen oder dynamischen Morphologie.

Verf. wendet sich mit diesem Handbuch „in erster Linie an die Lernenden" und hier muß, so will es Ref. scheinen, doch eine gewisse Einschränkung gemacht werden. Soll der Lernende mit den Tatsachen und Problemen vertraut gemacht werden, so ist es notwendig, seine Sinne zu schärfen und ihn zu richtiger und sachlicher Kritik anzuregen. Das setzt voraus, daß die einwandfrei wissenschaftlich fundierten Befunde auch stets als solche für ihn zu erkennen und von den noch keineswegs gesicherten klar zu trennen sind. Aber gerade die Abschnitte über die Viren und auch die Bakterien lassen diese scharfe Trennung und die notwendige Vorsicht in den Schlußfolgerungen häufiger vermissen. Sätze wie „Hier scheint man also auf dem Wege zu sein, einen spezifischen Krebserreger morphologisch und biologisch nachgewiesen zu haben", dürften kaum hierzu als Vorbild dienen, auch nicht der: „Die . . . Vorstellung, daß die Viren als Zustandsformen in den Kreislauf sichtbarer Bakterien gehören könnten, hat zweifellos etwas für sich", oder der: „Hier muß noch darauf hingewiesen werden, daß in letzter Zeit G. M. Boshjan (1950) die Ansicht vertritt, daß Viren aus organischer Substanz spontan entstehen können". Es trifft nicht zu, daß mit dem Erscheinen der Cyclogenie von Enderlein in der Bakterienkernfrage eine Wendung eingetreten, noch weniger, daß die Enderlein'sche Theorie „nicht zu umgehen" sei.

Ob es wirklich „kaum anzunehmen" ist, daß der Nachweis von Strukturen bei „Bakterienkernen", die den Chromosomen vergleichbar wären, „jemals gelingen wird", diese Zweifel scheinen Ref. doch reichlich verfrüht.

Auch die mehrfache Verwechselung der Begriffe „Variation" und „Varianten" wirkt störend.

Die unmittelbare Übernahme englischer Bezeichnungen ins Deutsche, wie Sukrose, Aspartinsäure, Kontamination, sollte besser unterbleiben.

Trotz dieser aufgezeigten Schwächen hat der 1. Band dieses Handbuches doch für den kritischen Leser so viele Vorzüge, daß seine Herausgabe zu begrüßen ist, zumal auch Ausstattung und Bildmaterial erstklassig sind.

C. Stapp, Braunschweig.

Strasburger-Koernicke, Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. 14. unveränderte Aufl. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart 1954. 248 S., 146 Abb. Geb. 14,— DM.

Nach kurzer Zeit hat sich schon wieder eine Neuauflage des beliebten Praktikums als notwendig erwiesen, die gegenüber der vorigen unverändert bleiben konnte. In Jahrzehnten erprobt und bewährt stellt der „kleine Strasburger" nach wie vor den wertvollsten, ja unentbehrlichen Leitfaden für den Unterricht im mikroskopischen Arbeiten dar, zumal der Anschluß an den jeweiligen Stand der Forschung von dem Herausgeber Koernicke in gewissenhafter Arbeit stets gewahrt bleibt.

Wenn in dem auszugsweise abgedruckten Vorwort Strasburgers zur 6. Auflage zu lesen ist, daß dieses kleine Praktikum für Anfänger bestimmt sei, die nicht Botaniker vom Fach werden wollen, und daß sich der Stoff an etwa 32 Tagen des Semesters von Anfängern bewältigen lasse, die auch noch anderen Studien obliegen, so ähnelt diese Feststellung angesichts der Stundenpläne der heute studierenden Pharmazeuten, Mediziner usw. der Quadratur des Kreises. Die Fülle des auf relativ engem Raum dargestellten Stoffes zwingt zu einer weisen Auswahl, die aber durch die klare Gliederung erleichtert ist.

K. Hassebrauk, Braunschweig.

Ulrich, R., La vie des fruits (Origine, développement, structure, physiologie, composition chimique, maturation, senescence, chute, champignons nuisibles). Masson & Cie, Paris 1953. 370 S., 134 Abb., 16 Taf. Geb. 1920 frcs.

Die weite Fassung des Themas, welche der Verf. seinem Werk zugrunde legt, wird am besten durch die Kapitelüberschriften verdeutlicht: Die Blüte (6 S.), Entstehung der Früchte (21 S.), Hauptetappen im Leben der Frucht und ihr Wachstum (30 S.), Gestalt und Bau der reifen Frucht (44 S.), Chemische Zusammensetzung der reifen Frucht (44 S.), Stoffaustausch und Stoffumwandlungen bei der Fruchtentwicklung (108 S.), Gesamtüberblick über Reifung und Reife der Früchte (22 S.), Altern, Dehiszenz und Abfallen der Früchte (16 S.), Schädigung durch Pilze (6 S.)

Dieser ungeheure Stoff war überhaupt nur durch eine gewisse Beschränkung zu bewältigen, und diese hat der Verf. in der Weise vorgenommen, daß er so gut wie ausschließlich die Obstsorten berücksichtigt: also Kernobst, Steinobst, Beerenobst und die nußartigen Samen (Walnuß, Haselnuß, Mandel). Angaben etwa über die Getreidefrüchte, über Ölfrüchte etc. wird man höchstens ganz vereinzelt finden.

Insbesondere die Physiologie der Frucht selbst stellt natürlich nur einen Spezialfall der Physiologie pflanzlicher Organe überhaupt dar. Die grundlegenden Phänomene sind wesentlich die gleichen wie bei vegetativen Teilen, bei denen sie in den meisten Fällen auch zuerst und am eingehendsten studiert wurden. Für die Behandlung dessen, was für die Früchte bekannt geworden ist, ließen sich demgemäß zwei Möglichkeiten denken. Die erste bestünde darin, beim Leser die elementaren botanischen Kenntnisse, etwa das übliche Lehrbuchwissen der Pflanzenphysiologie, vorauszusetzen und die Darstellung streng auf die besonderen Probleme und Tatsachen der Karpologie zu beschränken. Diesen Weg hat der Verf. nicht beschritten. Er verwendet im Gegenteil recht viel Raum dafür, bei jedem Einzelabschnitt das grundlegende Wissen zu vermitteln, also z. B. die Chemie der Zucker, die Atmung, den respiratorischen Quotienten u.s.f. zu

definieren und allgemein zu erläutern. Beim vorgebildeten Leser — und für ihn ist ja ein solches Spezialwerk zweifellos in erster Linie oder ausschließlich bestimmt — bedeutet das in vielen Fällen einen Leerlauf. Der Ref. empfindet dies als einen fühlbaren Mangel des Werkes.

Die Behandlung des Stoffes ist nicht ganz gleichmäßig, was die einzelnen Kapitel im Rahmen der sehr weit gesteckten Grenzen des Gesamtthemas betrifft. Das wird durch die Seitenzahlen der Einzelabschnitte dokumentiert, welche bei der Inhaltsübersicht weiter oben angeführt wurden. Der Schwerpunkt der Behandlung liegt offensichtlich bei der Stoffwechselphysiologie der Früchte. Das ist auch das Gebiet, welches der Verf. selbst durch experimentelle Untersuchungen gefördert hat. Hier ist die Darstellung oft auffallend breit. So fällt es z. B. auf, daß nicht weniger als 5 verschiedene Anordnungen zur Entnahme und Untersuchung der Lacunarluft von Früchten abgebildet und beschrieben werden (p. 189—192).

Trotz dieser Einschränkungen muß lobend und dankbar anerkannt werden, daß der Verf. hier — unseres Wissens den ersten — Versuch unternommen hat, eine Karpologie speziell der Obstsorten mit besonderer Berücksichtigung der Physiologie zu schreiben. Der Umfang des bearbeiteten Stoffes wird aus der Bibliographie deutlich, welche rund 1000 Einzelarbeiten zitiert. Das Buch ist zweifellos im Stande, sowohl dem mehr theoretisch Interessierten wie auch dem Praktiker eine große Fülle von Kenntnissen zu vermitteln, auch auf moderneren Forschungsgebieten (wie der Aethylenausscheidung der Früchte, der hormonalen Beeinflussung der parthenokarpischen Fruchtentwicklung, des Fruchtfalles usw.). Dazu wird es allerdings notwendig sein, das Buch als Ganzes oder wenigstens größere Abschnitte desselben durchzuarbeiten. Ein Auffinden der behandelten Probleme im Einzelnen ist leider durch das Fehlen eines Stichwort-Registers sehr erschwert.

M. Steiner, Bonn.

Woker, Gertrud, Die Chemie der natürlichen Alkaloide mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biogenese. 1. Hälfte. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1953. 448 S. Geh. 78,— DM.

Die letzten deutschsprachigen Zusammenfassungen über das Gesamtgebiet der Alkaloide sind anfangs der dreißiger Jahre erschienen: Winterstein-Trien, „Die Alkaloide" (1931) und die Beiträge von Seka in Kleins Handbuch der Pflanzenanalyse und in Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden (1938). Diese Werke sind längst vergriffen und in ihrem Inhalt auch veraltet. Denn in den beiden letzten Jahrzehnten sind sehr zahlreiche Arbeiten erschienen, die auf allen Teilgebieten der Alkaloidforschung erhebliche Fortschritte gebracht haben. Das Gebiet ist so umfangreich geworden, daß es von einem einzelnen kaum noch überblickt werden kann. Manske und Holmes haben daraus die naheliegende Konsequenz gezogen; sie haben ihr seit 1950 im Erscheinen begriffenes Standardwerk (The Alkaloids) als „Handbuch" organisiert und die Einzelkapitel verschiedenen Verfassern übergeben. Das Werk, welches G. Woker nun in der ersten Hälfte vorlegt, entspricht also gewiß einer fühlbaren Lücke des deutschsprachigen Schrifttums. Es kann von vornherein allergrößten Interesses weit über den Kreis eigentlicher Alkaloidforscher hinaus sicher sein. Das ist fast selbstverständlich bei der großen Bedeutung, welche die Alkaloide für die verchiedensten Zweige der theoretischen und angewandten Chemie und Botanik besitzen. So ist denn die erste Reaktion

bei der Durchsicht des vorliegenden Werkes das Gefühl dankbarer Anerkennung für die ungeheure Arbeit, der sich die Verfn. bei der Abfassung ihres Buches unterzogen hat. Vertieft man sich aber in das Werk, so erheben sich freilich sehr bald Bedenken, ob Aufwand und Ergebnis in einem rechten Verhältnis stehen.

Vor allem wird man billigerweise an eine Monographie der vorliegenden Art die Forderung stellen dürfen, daß der Stoff in einer klaren und übersichtlichen Anordnung dargeboten wird. Folgendes sind die Kapitelüberschriften im vorliegenden ersten Teil des W o k e r'schen Werkes: I. „Einleitung", II. „Die dem Glykokollbetain analog konstituierten Verbindungen, die Entstehung dieser Betaine aus Aminosäuren und die Bedeu ung der letzteren für die Genese der Alkaloide im allgemeinen", III. „Alkaloide, die sich von den Codehydrasen und ihrer Nikotinsäureamidkomponente ableiten lassen", IV. „Alkaloide mit α-ständiger Seitenkette". Da diese Titel trotz ihres z. T. erheblichen Wortreichtums selbst dem auf dem Alkaloidgebiet Bewanderten nicht ohne weiteres ihren Inhalt verraten dürften, erscheinen dem Ref. einige erläuternde Bemerkungen notwendig. Die „Einleitung" bringt nicht nur eine kurze historische Übersicht, sondern gleich in extenso und in medias res gehend eine Behandlung der Cholin-Colamingruppe einschließlich des Acetylcholins. Kapitel II befaßt sich nicht nur mit den Betainen, sondern im Zusammenhang des Trigonellins mit Nikotinsäure, Nikotinsäureamid, mit den Codehydrasen und weiterhin sogar mit Katalase, Peroxydase und dem gelben Atmungsferment. Man vermißt hier aber eine, wenn auch noch so kurze Behandlung der einfachsten Pflanzenbasen, die sich von den Aminosäuren durch einfache Decarboxylierung ableiten lassen. Kapitel III hat die Alkaloidgruppen des Cytisins, des Lupinins und Sparteins, die Pfefferalkaloide, die Arecaalkaloide, das Ricinin, die Tabakalkaloide und die Chinaalkaloide zum Gegenstand. In dem zuletzt genannten Teilabschnitt findet man auch das Echinopsin, die Angustura-Basen und die Gruppe des Dictamnins und des Skimmianins eingeschachtelt. Wie man sieht, handelt es sich um die Alkaloide, die einen β-substituierten Pyridin- bzw. Piperidinring besitzen. Es mag dahingestellt sein, ob es glücklich ist, die höchst hypothetische Beziehung dieser Alkaloidgruppe gerade zu den Codehydrasen in so ausgesprochener Weise zum Einteilungsprinzip zu erheben. Das Kapitel IV bringt die Gruppe des Coniins, die Alkaloide der Granatapfelrinde, die Tropanalkaloide und — die Steroidalkaloide. Die letzteren werden offenbar nur deswegen an dieser Stelle untergebracht, weil einige dieser Alkaloide, nämlich das Solanin und seine Verwandten, in der gleichen Pflanzenfamilie (den Solanaceen) vorkommen, wie die wichtigsten Basen mit Tropan-Skelett. Der Sonderstellung der Steroidalkaloide wird diese Anordnung bestimmt nicht gerecht. Es handelt sich um eine rein assoziative Verknüpfung, die mit logischer Systematik nichts zu tun hat. Es wird nicht ganz leicht sein, bei dieser Einteilung ein bestimmtes Alkaloidkapitel aufzufinden. Man darf hoffen, daß das Sachregister im 2. Teil des Werkes ausführlich genug gehalten ist, um eine Benutzung für Nachschlagezwecke zu ermöglichen.

Bei der Stoffumgrenzung wird man dem Verf. eines solchen Werkes eine weitgehende Freiheit zubilligen müssen. Es muß ihm überlassen bleiben, wie er beim Einbezug oder Ausschluß von Grenzgebieten verfahren will. Man wird sich aber im vorliegenden Falle fragen dürfen, ob bei der Stoffauswahl nicht doch etwas zu willkürlich verfahren wurde. Weiter oben wurde schon angedeutet, daß die Verfn. im Zusammenhang mit der Code-

hydrase zwar längere Exkurse über die Fermente der biologischen Oxydo-Reduktionen überhaupt bringt, daß man ein Eingehen auf die einfachen Amine aber ganz vermißt. Bei der breiten Anlage des Werkes scheint es auch nicht ganz gerechtfertigt, wenn die Purin- und Piperinidinbasen überhaupt weggelassen werden.

Von einer Besprechung in dieser Zeitschrift wird man weiter mit Recht erwarten, daß sie kurz auf das Anliegen des Werkes eingeht, das die Verfn. im Untertitel (mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biogenese) andeutet. Gesicherte Ergebnisse stoffwechselphysiologischer Forschung sind hier so wenig vorhanden, daß sich ein einigermaßen abgerundetes Bild nur ergibt, wenn theoretische Verknüpfungen auf Grund struktureller Beziehungen und gelungener Laboratoriums-Synthesen vorgenommen werden. Seit längerer Zeit spielen hierbei gerade auf dem Alkaloidgebiet die Synthesen unter „biologischen Bedingungen", d.h. ohne extreme Drucke und Temperaturen usw. eine Rolle. Alle diese Dinge sind gewiß von großem, zumal heuristischem Wert. Immer aber sollte die Grenze zwischen gesicherten Tatsachen und Hypothesen klar erkennbar bleiben. Es wird sehr zu fragen sein, ob diese Grenzziehung der Verfn. immer ausreichend gelungen ist. Vollends wird man ihr die Gefolgschaft verweigern, wenn sie bei der Konstruktion „biogenetischer Zusammenhänge" einfach den Tatsachen Zwang antut; so etwa, wenn (p. 28) sie die Biosynthese von Acetylcholin aus Cholin und aus der „vorgebildeten Essigsäure" der Digitalisglykoside diskutiert und sogar die Meinung vertritt „für die Herzwirkung der Digitalisglykoside dürfte somit die disponible Essigsäure (scil. der Digitalisglykoside. Ref.) mitverantwortlich gemacht werden". Bekanntlich haben nur die Glykoside von *Digitalis lanata* „disponible Essigsäure" in Form von Acetylgruppen, nicht aber die Herzglykoside kat exochen von *Digitalis purpurea.* Man sollte auch meinen, daß die „besondere Berücksichtigung biogenetischer Beziehungen" Anlaß wäre zu einer adäquaten Wiedergabe einschlägiger Ergebnisse der chemischen Pflanzenphysiologie. Wer würde aber in folgendem Satze die Resultate wiedererkennen, die Mothes und andere an heteroplastischen Pfropfungen von Solanaceen gewonnen haben? „Dieser (der Nikotingehalt des Blattes, Ref.) hängt seinerseits . . . weitgehend ab von Kulturbedingungen und gärtnerischen Maßnahmen verschiedener Art, wobei sich das Aufpfropfen anderer Solanaceen (*Solanum nigrum, Datura Stramonium* oder Tomaten) auf *Nicotiana tabacum,* und umgekehrt, sowie die Hybridisation als besonders wirksam erwies."

Es darf schließlich nicht verschwiegen werden, daß die Lesbarkeit des vorliegenden Buches durch eine wenig glückliche Diktion recht sehr erschwert wird. Es wimmelt von gehäuften Partizipialkonstruktionen und von Schachtelsätzen. Ref. muß gestehen, daß er manches Satzmonstrum zwei- oder dreimal lesen mußte, ehe er den Gedankengang nachvollziehen konnte. Auch hierfür nur ein beliebiges Beispiel zur Illustration: „Wie weit die Chinarinden als fieberbekämpfendes Mittel bei den südamerikanischen Indianerstämmen, wo die in Frage kommenden Bäume, die den Gattungen *Cinchona* und *Remija,* aus der Familie der Rubiaceen angehören, beheimatet sind, zurückgeht, ist schwer zu sagen. (Sperrung durch Ref.).

Es besteht kein Zweifel, daß ein kleiner Kreis von Lesern die Woker'sche Alkaloidmonographie mit Gewinn benutzen wird. Er wird der Verfn. für ihre anerkennenswerte Mühe Dank wissen, mit der sie ein so riesenhaftes Tatsachenmaterial zusammengetragen hat. Solche Leser werden allerdings

drei Voraussetzungen mitbringen müssen: sie dürfen sich durch das dichte und dornige Gestrüpp der sprachlichen Formulierung nicht abschrecken lassen, sie müssen genug Vorkenntnisse auf dem Alkaloidgebiet mitbringen, um selber Ordnung und System in das dargebotene Material zu bringen, und sie müssen die Gabe der Kritik besitzen, um zwischen Tatsachen und Hypothesen eine klare Trennlinie zu ziehen. Im Ganzen und Allgemeinen aber kann nach dem Ausgeführten das Buch nur mit großen Einschränkungen und Vorbehalten empfohlen werden.

M. Steiner, Bonn.

Personalnachrichten

Unser Korrespondierendes Mitglied Prof. Dr. Ernst Gäumann, Zürich, ist von der Akademie der Wissenschaften in Göttingen zum Korrespondierenden Mitglied gewählt worden.

Unser Mitglied Prof. Dr. Bernhard Rademacher, Stuttgart-Hohenheim, wurde durch Senatsbeschluß für das Rektoratsjahr 1954/55 zum Rektor der Landw. Hochschule gewählt.

Unserem Mitglied Dr. Karl Schmid, Forchheim, wurde der Titel „Professor" verliehen.

Unser Mitglied Dr. habil. Adolf Stählin, Stuttgart-Hohenheim, wurde zum außerplanmäßigen Professor ernannt.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

Pätzold, Dr. Christoph, Diplomlandwirt, Sachbearbeiter am Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, (20b) Braunschweig-Völkenrode.

Pommer, Josef, Diplomlandwirt, Staatsgut Dürnast, (13b) Dürhast über Freising bei München.

Schulze-Pröbsting, Agnes, Saatzuchtassistentin bei der Deutschen Saatveredelung G.m.b.H., (21a) Rittergut Schlüsselburg-Neuhof, Post Wasserstraße über Minden 2.

Strübing, Katharina, Saatzuchtassistentin bei der Deutschen Saatveredelung G.m.b.H., (21a) Rittergut Schlüsselburg-Neuhof, Post Wasserstraße über Minden 2.

Anschriftenänderungen und Berichtigungen

Arnold, Carl-Gerold, (13a) Erlangen, Schuhstr. 25.

Hahmann, Dr. Kurt, Professor, (24a) Hamburg 19, Eichenstr. 52.

Küthe, Dr. Karlheinz, (16) Gießen, Eichgartenallee 1.

Rabbethge, Matthias, Diplomlandwirt, (20b) Rotenkirchen über Kreiensen.

Schmid, Dr. Karl, Professor, Regierungs-Chemierat, Direktor des Tabak-Forschungsinstituts, (17a) Forchheim bei Karlsruhe (Baden).

Vereinigung für angewandte Botanik, Berlin-Dal

Mitteilung

Vom 26. - 31. Mai 1955 findet in Lausanne der 8. Int
Kongreß für vergleichende Pathologie statt.

Bevorzugte Themen: Viruskrankheiten, Hygiene und Pat
athmospärischen Verunreinigungen, Wachstumsstörungen.

Anfragen an folgende Anschrift:

Congrès International de Pathologie Comparée, S
Général: Institut d'hygiene Lausanne, Suisse .

-.-.-.-.-.-.-.-.-

Bemerkungen über das Vorkommen wilder Obstsorten in Nuristan

(Ostafghanistanisches Hindukuschgebiet)

Von

Hans Franz Neubauer, Bandung

Seit jeher wird die Urheimat mancher Obstarten in Landstriche Vorderasiens, besonders in die Berggebiete des Kaukasus, Elburs und Hindukusch, verlegt. Diese Ansicht spiegelt sich zum Teil auch in den wissenschaftlichen Namen einiger Arten wieder, z. B. *Prunus persica, Prunus armeniaca.* Man darf aber nicht erwarten, in diesen Gebieten überall auf wilde Obsthaine stoßen zu können, denn auch diese Länder sind heute relativ dicht besiedelt und soweit nur immer möglich landwirtschaftlicher Nutzung unterworfen. Wohl aber darf man wilde Obstvorkommen in entlegenen und schwer zugänglichen Gebirgsgegenden erhoffen oder in solchen Gegenden zum mindesten noch der Wildform sehr nahestehende Primitivsorten erwarten, besonders dann, wenn die Bevölkerung noch sehr rückständig ist. Solche Gebiete gibt es in Afghanistan, das sich bis in die zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts von der Außenwelt fast hermetisch abgeschlossen gehalten hatte, sowohl im zentralen Gebirgsmassiv des Landes wie auch vornehmlich im Bereiche des Hindukusch, dessen Bewohner erst um die Jahrhundertwende durch den Emir Abdurahman zum Islam bekehrt wurden. Bis dahin war deren Land praktisch ganz unzugänglich gewesen, und erst während der letzten zwanzig Jahre konnte ein stärkerer Verkehr und Güteraustausch hier Platz greifen.

In diesem unwegsamen Gebirgslande wird nun in der Tat eine ganze Reihe wilder Obstarten allenthalben angetroffen. Im Berichte der deutschen Hindukuschexpedition (2) wird ziemlich generell der Meinung Ausdruck verliehen, daß es sich mit größter Wahrscheinlichkeit hierbei wohl bloß um verwilderte Vorkommen handle (S. 138 u. ff.).

Es läßt sich denn auch im Einzelfalle oft kaum eindeutig beweisen, ob eine Pflanzenart in einem Lande überdies, das wie Nuristan immer noch viel zu wenig bekannt ist, „ursprünglich beheimatet“ oder „eingeschleppt“ oder „aus Kulturen verwildert“ ist, oder ob sie in verhältnismäßig neuer Zeit erst durch einen „natürlichen Wanderungsprozeß“ in das Land gekommen war, in dem sie nun „wild“ angetroffen wird. Andrerseits ist es oft auch ebenso schwer, die wilde Art mit ihren wilden Spontanvarietäten und Formen von den Kulturformen scharf abzugrenzen.

Die verschiedenen Obstarten werden in Nuristan wohl in den Gärten und in den oft recht kleinen Feldern kultiviert, die zumeist in der Nähe der Siedlungen angelegt sind. Sie werden auch ebensogut außerhalb

dieser Kulturen angetroffen, selbst halbwegs zwischen den bis zu zehn Gehstunden entfernt liegenden Orten. Es ist nun zu erwägen, auf welchem Wege diese Obstarten ins Land gekommen sein mögen, ob sie hier ursprünglich wild vorkommend und beheimatet und von den Einheimischen bloß in Kultur genommen worden waren (Domestikation), oder ob diese die Obstarten schon als Kulturpflanzen ins Land gebracht hatten, und ob diese Pflanzen dann später aus den Kulturen entwichen waren (Verwilderung). Daß eine Pflanze selbst in ihrem Stammlande zahlenmäßig häufiger in Kultur als wildwachsend anzutreffen sein kann, sei dabei als belanglos erachtet.

Wie an andrer Stelle bereits besprochen (7 und 8), lassen die Waldvorkommen Afghanistans, besonders die im östlichen Nuristan gelegenen, eine deutliche Höhenstufengliederung erkennen. Auf eine untere sehr xerotherme Stufe mit *Quercus baloot, Olea cuspidata* und ihren Begleitern folgt eine mesophytische Laubwaldstufe, die sich zwischen die Baloot- und die nächst höhere Zedern-Waldstufe einschiebt. Diese Laubwaldstufe ist fast nie ausgedehnt, doch stets sehr typisch ausgeprägt, und sie nimmt ausschließlich die von Bächen durchflossenen, oft nur ganz schmalen Talböden ein. Auf den Abhängen der Talseiten wird sie sofort durch den Zedernwald abgelöst. Als Bodenbedecker finden sich ausgesprochene Schattenpflanzen, darunter extrem hygrophile Farne, und überdies sind diese Laubwälder durch eine wohlentwickelte Sträucherschicht ausgezeichnet. Manche Arten derselben, wie *Indigofera* oder *Sambucus,* können auf verlassenen Feldern unter Umständen sogar Reinbestände bilden. An Bäumen finden sich hier unter anderen *Aesculus, Prunus padus, Fraxinus,* mitunter selbst *Taxus* recht häufig und auffallend viele Obstarten, wie besonders Walnuß, Aprikose und Wein, so daß man zu dem Schlusse genötigt ist, daß sie als integrierende Bestandteile dieser ostnuristanischen Laubwälder aufzufassen sind. Wo sie von den Einheimischen kultiviert werden, handelt es sich bloß um einfache Domestikation, welche von planmäßiger Kultur in unserem Sinne, geschweige denn von Zucht noch recht weit entfernt ist.

Im folgenden sollen nun die als Obst im weiteren Sinne zu betrachtenden Arten einzeln besprochen und die Gründe erwogen werden, die für oder gegen die Auffassung einer Domestikation oder Verwilderung sprechen.

Die wichtigste Pflanze in diesem Zusammenhange ist wohl der Weinstock. Über sein Wildvorkommen wurde bereits berichtet (6), und es wurden dort die wichtigsten Gründe erwogen, die dafür sprechen, daß in der Tat ein echtes Wildvorkommen vorliegt, und daß die Rebe hier nicht als verwildert zu betrachten ist. Die Frage freilich, ob Nuristan dem „Ursprungslande" des Weinstockes zuzurechnen ist, oder ob und auf welchem Wege er aus einer engeren „Urheimat" (Kaukasien?), jedenfalls bereits lange vor dem Beginn der geschichtlichen Zeit, hierher gelangt sein mag, wird wohl nie mehr eindeutig beantwortet werden können[1]). Soviel aber den Berichten der griechischen Historiker

[1]) Vgl. Anm. 2 S. 83.

über Alexander d. Gr. Zug nach Indien entnommen werden kann, wurde der Weinstock in Nuristan bereits etwa 340 vor Christi Geburt keineswegs auf eine andere Weise gezogen und genutzt als heute (abgesehen davon, daß seit der Islamisierung vor 50 Jahren die Weinbereitung untersagt ist und nicht mehr geübt wird); sicherlich wurde er, damals ebensowenig wie heute noch, im modernen Sinne des Wortes gezüchtet und kultiviert. Soweit wir aber über die Verhältnisse in den oberitalienischen, schweizerischen und Hallstätter Pfahlbauten unterrichtet sind, dürfen wir wohl vermuten, daß der Weinstock in Europa auch damals in ganz ähnlicher Weise genutzt worden sein muß.

Es ist jedenfalls bemerkenswert, daß die Samen dieser Wildrebe in Form und Größe keineswegs denen der Kulturrebe gleichen; sie gleichen aber auch nicht den Samen der *Vitis silvestris,* welche viel mehr gedrungen sind. Die genaue Bestimmung an der Höheren Bundeslehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg (Wien) ergab, daß es sich wohl um *Vitis vinifera*-Samen handle, doch kommen sie denen am nächsten, die in den Hallstätter Pfahlbauresten aus der Bronzezeit gefunden worden waren. Auch die Form der Beere ist charakteristisch und von der der Kulturformen klar verschieden (vgl. 6). Es ist ferner beachtlich, daß intermediäre Beerenformen und offensichtliche Hybriden nie beobachtet werden konnten, und daß selbst die Einheimischen beide Weinarten eindeutig auseinanderhalten.

Die wilde Rebe gehört also der Höhenstufe der Laubwälder an und wird in den Gärten und Feldern der Nuristaner bestenfalls angepflanzt, doch nicht mehr. Die Kulturrebe hingegen gehört hier durchaus zum Kulturbesitz der anderen Völkerschaften und Stämme Afghanistans, von denen besonders die Mohmands in früherer Zeit die Nuristaner (= Kaffiren) aus ihren ehedem viel größeren Siedlungsgebieten in tiefer gelegenen Landschaften in die unwirtlichen Hochgebirge abgedrängt hatten. — In das Land Nuristan selbst (und da nur in die größeren Grenzorte) gelangte und gelangt noch immer die Kulturrebe nur durch die Verwaltungsbeamten und deren Mitarbeiter (Hakims), die, aus anderen Teilen Afghanistans stammend, aus dienstlichen Gründen dorthin beordert werden. Nur diese pflanzen Sorten der Kulturrebe in den Gärten ihrer Dienstsitze und geben allenfalls davon ihren reicheren Bekannten ab.

Die Heimat der Aprikose wird, wie in ihrem wissenschaftlichen Namen zum Ausdrucke kommt, vielfach in das südliche Kaukasusgebiet verlegt[2]). Sollte sich aber das einstige Verbreitungsgebiet in prähistorischer Zeit über weitere Gebiete Vorderasiens erstreckt haben, so kann mit aller Wahrscheinlichkeit vermutet werden, daß die einstigen Wildbestände in dichter besiedelten Gebieten mit einer höheren Kultur- und Zivilisationsstufe indessen entweder ganz ausgerottet oder durch Kulturen ersetzt worden sind, und daß sich Wildbestände nur noch in

[2]) Anm.: Bailays Handbuch des Gartenbaues (1) erwähnt im 3. Bande S. 2824 als Heimat der Aprikose Sibirien und China, auf S. 2832 als Heimat des Pfirsichs China. Über den Wein ist auf S. 3485 ff. angeführt: "probably native to the Caspian or Caucasus region and Western India."

ganz dünn besiedelten und recht unzugänglichen Gebieten erhalten haben können. Diese Voraussetzungen sind nun in Nuristan in geradezu idealer Weise gegeben. Der Aprikosenbaum kommt denn auch sehr häufig in fast allen Tälern als regelmäßiger Bestandteil der diese Täler einnehmenden Laubwälder vor, daneben natürlich auch im Kulturlande zwischen den Feldern der Nuristaner. In einem der größten und ziemlich zentral gelegenen Dörfer, in Waigel, das für die dortigen Verhältnisse einen recht ordentlichen und geradezu fortschrittlichen Eindruck machte und wo auch ziemlich viele Obstbäume, besonders auch Aprikosen und Weinreben, auf den Feldrainen und auch innerhalb der oft kleinen Feldparzellen zu sehen waren, fragte der Verfasser durch den begleitenden Dolmetsch einen der Vornehmen des Ortes, ob man denn hier auch die Kunst des Veredelns verstünde und ob diese schönen Aprikosenbäume hier selbst aufgezogen würden. Die prompte Antwort war, daß man das hier nicht tue, sondern im Bedarfsfalle „gräbt man einen jungen Baum im Walde aus und pflanzt ihn beim Hause wieder an". Nach dieser Erklärung bedarf es wohl keines weiteren Beweises, daß die Aprikose hier wirklich wild vorkommt, und daß die Einwohner in ihren obstbaulichen Maßnahmen über die erste und primitivste Stufe der gelegentlichen Inkulturnahme noch nicht hinausgekommen sind. Somit liegt gerade das Gegenteil des Verwilderungsprozesses ganz klar und eindeutig zutage.

Die Frucht selbst gleicht in Größe und Form den kleineren Sorten der in der Umgebung von Wien wohlbekannten „Knödelmarillen". Das Fleisch ist aber sehr süß, zuckerhaltig und wohlschmeckend. Die Steine sind im Vergleich mit denen der erwähnten Wiener Sorte eher als recht klein zu bezeichnen, mit dünnerer Schale, hingegen recht dickbauchig. Die Bäume selbst sind sehr kräftig von Wuchs und durchaus gesund.

Die wilde Mandel tritt in Afghanistan ziemlich häufig spontan auf, besonders über apatitführenden Gesteinen, so z. B. in ausgedehnten Beständen im Ghorbandtale, bei Mokor usw., abgesehen von zahlreichen kleineren Vorkommen. Es ist daher unzweifelhaft, daß auch ihre häufigen Vorkommen an verschiedenen, in der Regel etwas trockeneren Stellen an Hängen in Nuristan, als echte Wildvorkommen zu betrachten sind.

Aus der Gattung *Prunus* kommen weiter noch zwei (oder drei) weitere, der Sauerkirsche nahestehende Gebüsche vor. Ihre Früchte sind dunkelrot, recht klein und sehr sauer, die Steine sind sehr klein. Sie sind noch nicht eindeutig bestimmt. Jedenfalls aber kommt ihnen keine große Bedeutung zu. Es handelt sich um andere Arten als jene, denen unsere Kulturformen zugehören, und sie werden nur gelegentlich von vorbeikommenden Kindern genossen.

Wichtig ist aber der Walnußbaum, als dessen Heimat das westliche Asien und das Himalajagebiet gilt. Er kommt sehr häufig als regelmäßiger Baum der Laubwaldstufe in den Tälern Nuristans und daselbst sicher ursprünglich wild vor. Ein besonders schöner „Nuß-

wald" befindet sich in dem Tale oberhalb des Ortes Kuschtos. Innerhalb der Kulturflächen aber trifft man den Nußbaum relativ selten an.

Das westlichste Vorkommen der Walnuß wurde in der Klamm bei Anguscht-e-Schah, in der Nähe von Sang-e-Tscharak in Nordwestafghanistan, festgestellt. Es handelt sich auch hier mit größter Wahrscheinlichkeit um einen Wildbestand hohen Alters. Die wenigen Bäume sind stark vermorscht mit Höhlen im Stamm und in den großen Ästen; Nomaden und gelegentliche Besucher dieser Klamm, die mit ihrem Wasserfall, der aus der Felswand entspringt, als Wallfahrtsziel gilt, nehmen von den Bäumen bedenkenlos Brennholz. Da die Standortsbedingungen günstig erscheinen, könnte man annehmen, daß es sich hier um einen Rest eines früher das ganze Engtal einnehmenden Walnußbestandes handelt. — Im übrigen Afghanistan wird die Walnuß überall in Gärten kultiviert.

Als Heimat des Granatapfelbaumes nennt der Index Kewensis Osteuropa und Mauretanien, Wettsteins Handbuch das östliche Mittelmeergebiet und Vorderasien, Englers Syllabus das Mittelmeergebiet bis zum Himalaja. Es spricht nun manches dafür, diesen Baum in Nuristan als nur verwildert anzusehen, da er im übrigen Afghanistan unter zusagenden klimatischen Bedingungen nur als Kulturpflanze in wenigen, kaum verschiedenen Sorten bekannt ist. In Nuristan aber, wo sein Vorkommen auf die wärmeren Täler von geringer Seehöhe beschränkt bleibt, ist er doch wohl eher als wild anzusehen, da er in solchen Lagen spontan häufig genug auftritt, innerhalb der Dorfbereiche aber eigentlich selten zu sehen ist und von der Bevölkerung augenscheinlich nicht besonders viel beachtet wird. Die Hauptbedeutung besitzt die tanninreiche Rinde zur Ledergerbung. Im Vergleich zu den großfrüchtigen Kultursorten aus der Gegend von Kandahar oder Jalalabad sind die Früchte dieser Wildform sehr klein. — Da der Granatapfel auch in ähnlicher Lage um das Becken von Khost gefunden worden war, scheint es vielmehr so, daß diese Pflanze mit *Reptonia, Nannorhops, Dodonea* usw. einer Gebüschstufe dicht unterhalb der *Quercus baloot*-Stufe angehört und den Übergang zur Steppe charakterisiert.

Der wichtigste Obstbaum Afghanistans aber ist entschieden der Maulbeerbaum *(Morus nigra)*, als dessen Heimat das gemäßigte Südwestasien, besonders Persien, gilt. In Afghanistan wird dieser Baum überall sowohl in Gärten wie auch als Straßen- und Alleebaum angepflanzt. Ein Großteil der bäuerlichen Bevölkerung lebt zur Erntezeit fast nur von Maulbeeren und Brot. Getrocknet dienen sie als Wintervorrat, mit Rosinen, Nüssen, gerösteten Erbsen usw. als Wegzehrung und Feldimbiß. Nirgends, auch nicht in Nuristan, wurden Bestände oder einzelne Bäume gesehen, die einwandfrei als wild hätten angesprochen werden können. Die Möglichkeit freilich mag diskutiert werden, ob nicht doch ein Teil Afghanistans in die Heimat der Maulbeere einzubeziehen sei, und ob in diesem Gebiete nicht die Wildbestände

bereits zur Gänze ausgerottet und durch Kulturen ersetzt sind. Angesichts der großen wirtschaftlichen Bedeutung dieses Baumes wäre es zu erwägen, doch ist jedenfalls Nuristan nicht in dies Gebiet einzubeziehen.

Diospyros lotus, die Dattelpflaume, scheint wohl mit einem kleinen Zipfel ihres Verbreitungsgebietes von Pakistan hereinzureichen und dort, wo es sowohl warm wie auch feucht genug ist, spontan aufzutreten. Somit gehört sie Stufen der *Quercus baloot* oder sogar tieferen Höhenstufen an, wenn diese nicht trocken sind. In dieser Stufe dürfte sie aber doch wohl kleine echte Wildvorkommen besitzen, doch nur in der Form von dem Verbreitungsgebiete vorgelagerten, isolierten Inselstandorten, so z. B. unterhalb von Nischai. Im übrigen wird *Diospyros*, wo es möglich ist, innerhalb der Dorfbereiche ohne besondere Pflege in einer Art Halbkultur gebaut, doch auch das nicht mehr im Bereiche der Koniferenwälder.

Ziziphus vulgaris (= Z. sativa) ist ein kleiner Baum, oft von mehr strauchartigem Wuchs, der wohl selten angepflanzt wird, besonders in Nuristan nicht. Doch er bildet hier oft ansehnliche Reinbestände, deren bedorntes Gezweig mitunter das Passieren der hindurchführenden Wege zur Plage macht. So z. B. im Waigeltale abwärts auf dem Wege nach Ningalam, etwa in der Nähe der Dörfer Amschos, Aranz und Gundesch. *Ziziphus* ist hier mit *Quercus baloot*, *Pistacia lentiscus* und auch *P. mutica* und mit wilden Feigen vergesellschaftet. Auch die wilde Weinrebe mit ihren säuerlich-süßen, saftigen und wohlschmeckenden Beeren überrankt oft die Eichen.

Schließlich sei noch die Ölweide, *Elaeagnus*, erwähnt, die im ganzen Lande in einigen Arten wild vorkommt und auch nicht allzu häufig wegen der süß-mehligen, aber saftlosen Früchte kultiviert wird. Im Einzelfälle läßt es sich kaum sagen, ob sie echt wild oder verwildert sind, besonders wenn es sich um großfrüchtigere Formen handelt.

Kirsche, Pfirsich und Apfel fehlen in Nuristan gänzlich. Im übrigen Afghanistan werden sie wohl kultiviert, freilich mit verschiedenem Erfolge. Der Pfirsich liefert zweifellos das beste Resultat. Vom Apfel gibt es, wenn in Westafghanistan nicht vielleicht sogar echte Wildvorkommen, so doch sehr primitive Sorten neben Sorten ausländischer Herkunft in ganz guten Kulturen (z. B. bei Ghazny). Der Kirsche sind die klimatischen Bedingungen auch in gartenmäßiger Kultur offenbar abträglich. Von der Birne wurden in Nuristan einwandfrei wilde Vorkommen festgestellt, doch handelt es sich um andere Arten als die unserer Kulturbirne mit absolut ungenießbaren Früchten. Kultiviert wurde die Birne in Nuristan nie gesehen, obwohl sie sonst im ganzen übrigen Afghanistan häufig genug kultiviert wird. Auch verwildert konnte sie nicht beobachtet werden.

In der sehr umfangreichen pomologischen wie auch in der botanischen Literatur werden die Ursprungsländer dieser Obstarten mitunter sehr verschieden angegeben: z. B. nennt der Index Kewensis

den Kaukasus die Heimat der Aprikose, in Wettsteins Handbuch liest man nur Asien, in Englers Syllabus Turkestan und Mongolei. Für die Walnuß lauten die drei Angaben: Westasien und Himalajagebiet; Mittelmeergebiet bis Himalaja; Mittelmeergebiet bis Ostasien. Jedenfalls aber ist das ostafghanische Gebiet von Nuristan entweder direkt mit einbezogen oder doch wenigstens nicht ausgeschlossen. Es spricht in der Tat sehr viel dafür, daß die meisten der hier angeführten Obstarten in Nuristan ursprünglich beheimatet sind und hier auch wild vorkommen: in erster Linie die Unzugänglichkeit dieses Hochgebirgslandes, dann auch die primitive Stufe der Bevölkerung im allgemeinen wie im besonderen hinsichtlich ihres Land- und Gartenbaues. Es ist viel weniger wahrscheinlich und für die Mehrzahl der Arten sogar fast unwahrscheinlich, daß diese Obstarten in Nuristan nur verwildert sein sollten. Wir sind vielmehr zu der Annahme berechtigt, daß diese Arten hier innerhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes ein Reservat besitzen, in dem sie sich bisher aller menschlichen Kulturtätigkeit zum Trotze noch hatten wild wachsend erhalten können. — Nur für die Maulbeere scheint das überhaupt nicht, oder doch nicht mehr, zuzutreffen, ist aber auch nicht gänzlich ausgeschlossen. Der Granatapfel kommt sicher mancherorts nur verwildert vor, in Khost und Nuristan (und wohl auch im Safed Koh) gehört er gewiß bestimmten Höhenstufen als natürliche Komponente an.

Das absolute Fehlen von Kirsche, Pfirsich, Apfel und Birne mag uns aber bedeuten, daß diese Arten in Nuristan nicht ursprünglich beheimatet und wild vorkommend sind, obwohl sie im übrigen Afghanistan allenthalben kultiviert werden. Der Entwicklungszustand der Bewohner Nuristans ist eben noch so primitiv, daß sie kaum erst nur die bei ihnen beheimateten und wild vorkommenden Obstarten zu domestizieren verstehen, und im übrigen sind sie im Obst- und Gartenbau über diese Stufe noch nicht hinausgekommen, wenn sie andererseits im Feldbau viel weiter sind und z. B. Mais und Kartoffel kennen und bauen. Feldbau erscheint eben lebenswichtig, Obstbau in mancher Hinsicht als Luxus. — Die erwähnten, in Nuristan nicht beheimateten und nicht wild vorkommenden Obstarten verstehen sie einfach nicht zu behandeln, und lediglich aus diesem Grunde sind diese auch nicht als Kulturpflanzen bis in ihr Land vorgedrungen. Das gleiche mag auch für die Kulturrebe gelten, obwohl diese vielen von ihnen durchaus bekannt ist. Auf Grund dieser Erwägungen ist es sehr unwahrscheinlich, daß die in Nuristan vorkommenden Arten bloß als Kulturpflanzen dahin gelangt sein könnten und hier verwilderten. Wenn das für eine oder sogar für alle diese Arten zuträfe, warum sollte es dann nicht auch in gleicher Weise für die ansonsten doch auch bedeutenden Obstarten, die im übrigen Afghanistan häufig genug kultiviert werden, für Apfel, Birne, Pfirsich und Süßkirsche, zutreffen? Es ist wohl anzunehmen, daß Früchte und damit auch Samen des öfteren im Handelswege ins

Land gekommen sein müssen. Da sie hier aber nicht heimisch sind, konnten sie auch nicht Fuß fassen und auch nicht als Kulturpflanzen von den Bewohnern erhalten werden.

Literatur

1. Bailley, L. H., The Standard Cyclopedia of Horticulture. New York 1933.
2. „Deutsche im Hindukusch." Bericht der Deutschen Hindukuschexpedition. Deutsche Forschung, N. F., Bd. 1, Berlin 1937.
3. Engler, A. und E. Gilg, Syllabus der Pflanzenfamilien. 9. und 10. Auflage, Berlin 1924.
4. Hooker, J. D., and B. D. Jackson, Index Kewensis. Oxford 1895.
5. Neubauer, H. F., Beobachtungen über die Verdunstungsgröße in Afghanistan. Wetter und Leben, Wien, 4, 1952, H. 1/2.
6. —, Über ein ursprüngliches Vorkommen der wilden Vitis vinifera L. in Afghanistan. Vierteljahrsschrift der Höheren Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg (Wien), 1952.
7. —, Versuch einer Kennzeichnung der Vegetationsverhältnisse Afghanistans. Ann. Naturhist. Museums Wien 1954.
8. —, Die Wälder Afghanistans. Festschrift zum 60. Geburtstage Erwin Aichingers. Inst. f. angew. Pflanzensoziologie, Klagenfurt, Kärnten. (Im Druck.)
9. Wettstein, R., Handbuch der systematischen Botanik. 3. Aufl., 1934.

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Saatguterzeugung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode

Anwendung von Maleinsäurehydrazid bei einigen Kulturpflanzen

(Zugleich gegenwärtiger Stand der Forschung auf diesem Gebiet)

Von

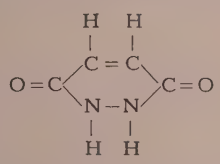
O. Fischnich, Chr. Pätzold und M. Thielebein

A. Einleitung

Neben Wuchsstoffen sind in den letzten Jahren Substanzen bekanntgeworden, die eine ausgesprochene Hemmwirkung auf das Wachstum und die Entwicklung höherer Pflanzen ausüben. An dieser Stelle kann auch nicht annähernd eine vollständige Übersicht über das Gebiet der Wuchs- und Hemmstofforschung gegeben werden. Wir verweisen deshalb auf die im Schriftennachweis aufgeführten, zum Teil zusammenfassenden Arbeiten der letzten Jahre (8, 56, 51, 58, 3, 7, 62, 23, 35, 38).

Wuchs- und Hemmstoffe werden nicht nur zu pflanzenphysiologischen Untersuchungen benutzt; sie haben auch weitgehend Eingang in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und im Gartenbau gefunden (34).

Ein besonders interessanter Hemmstoff, über dessen Verwendungsmöglichkeit hier berichtet werden soll, ist das Maleinsäurehydrazid (MH):



Seine Darstellung wurde 1894/95 durch Foersterling (17) erstmalig beschrieben.

Es entsteht neben n-Amidomaleinimid bei der Einwirkung von Hydrazinhydrat auf Maleinsäureanhydrid. Dabei bilden sich kleine, weiße Kristalle mit einem Schmelzpunkt von 290° C, die in heißem Alkohol nur schwer, in heißem Wasser und Eisessig etwas leichter löslich sind. Eine konzentrierte Lösung kann, mit Triäthanol oder anderen Alkalien als Lösungsmittel, bereitet werden. Schwermetalle fällen unlösliche Salze aus solchen Lösungen aus.

Gegen Ende des 2. Weltkrieges wurden bestimmte Hydrazinkomponenten in Deutschland zum erstenmal als Raketentreibstoffe verwendet. Neuerdings werden diese Substanzen auch in der Medizin zur Bekämpfung gewisser Krankheiten und ebenso in der Technik auf verschiedensten Gebieten herangezogen.

Über die das Wachstum der Pflanzen hemmenden Eigenschaften des MH haben als erste Schoene und Hoffmann (55) vor wenigen Jahren berichtet. Damit begannen, besonders in den USA, zahlreiche Untersuchungen mit verschiedener Zielsetzung.

MH wurde zunächst bei der Unkrautbekämpfung erprobt und bei einkeimblättrigen Pflanzen wurden im jugendlichen Zustand gewisse Erfolge erzielt (9, 10, 63, 33). Man ging dann auch bald dazu über, Rasenflächen zu besprühen, um so das Wachstum des Grases zu hemmen und häufiges Schneiden zu vermeiden (55, 74). Aus dem gleichen Grunde wurden auch Zierhecken behandelt (67).

Weiterhin gelang es, Verluste von Feld- und Gartenfrüchten, welche nach der Ernte gelagert werden, zu verringern, wenn die Pflanzen während der Vegetation schon im Feld behandelt wurden.

Untersuchungen in dieser Richtung bei Kartoffeln und Topinambur wurden von uns an anderer Stelle bereits besprochen (16 s. a. 30, 39, 25, 46, 18, 31).

MH kam auch bei Zuckerrüben zur Anwendung (12, 69, 70, 40, 4, 54, 19). Wurde der Stoff einige Wochen vor der Ernte auf die Pflanzen gesprüht, so konnten sowohl Rüben mit erhöhtem Zuckergehalt geerntet, als auch die Gewichts- und Zuckerverluste bei der Lagerung verringert werden. Da Zuckerrüben vor der Verarbeitung häufig mehr oder weniger lange lagern müssen, kann eine solche Anwendung wirtschaftlichen Nutzen haben.

Bei Möhren, Kohlrüben, Stoppelrüben (44, 67) und auch Zwiebeln (72, 73, 5) konnte nach Pflanzenbehandlung im Feldbestand bei längerer Lagerung des Erntegutes die Sproßbildung zurückgehalten und Substanzverlust vermindert werden.

Großem Interesse begegneten seit langem Untersuchungen zur Beeinflussung des Blühtermines der Pflanzen. Auch hier liegen schon Ergebnisse nach MH-Behandlung vor.

Nach White (67) wird zum Beispiel das Schossen von Salat verhindert. Bei Beerensträuchern konnte eine Verzögerung des Blühbeginns, hingegen diese Wirkung bei Obstbäumen nicht erzielt werden (67, 53). Eine Verspätung der Blüte bei Mais, der gewisse züchterische Bedeutung zukommt, war allerdings mit Ertragseinbuße verbunden (29).

Arbeiten bei einer Reihe meist tropischer Pflanzen sind für uns direkt nicht von Interesse. Sie geben aber interessante Hinweise (11, 13, 49, 24, 45).

Die meisten der bisher erschienenen Abhandlungen befassen sich mit Beschreibungen von morphologischen, histologischen und physiologischen Veränderungen, die durch den Hemmstoff an den verschiedenen Pflanzenorganen verursacht wurden (41, 42, 20, 28, 36, 6, 21, 52, 57, 64, 43, 22, 59, 60, 61, 68). In diesem Zusammenhang werden Deutungsversuche unternommen, die allerdings noch keine endgültige Erklärung für die Wirkungsweise des Stoffes vermitteln (42, 10, 67). Neuerdings vermutet man, daß die Hemmwirkung auf einer Inaktivierung oder Zerstörung von Wuchsstoffen beruhe (1, 2).

Einige der durch die verschiedenen Untersuchungen an zahlreichen Objekten gewonnenen Ergebnisse sind so interessant, daß eine Verwendung des Stoffes bei einer Reihe unserer Kulturpflanzen angezeigt erschien.

Wir führen nunmehr 4 Jahre Versuche mit MH durch, wobei die folgenden Hauptgesichtspunkte im Vordergrund stehen:

I. Verringerung von Substanzverlusten bei der Lagerung voluminöser Feldfrüchte.

II. Verschiebung des Vegetationsrhythmus.

III. Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen.

Unsere Arbeiten befinden sich in vollem Fluß, so daß ein abschließendes Urteil noch nicht gegeben werden kann. Positiven Ausschlägen stehen auch negative gegenüber. Die schon gewonnenen Resultate sind jedoch aufschlußreich genug, um hier vorläufig kurz darüber zu berichten.

B. Material — Methodik

Im Jahre 1951 und 1953 stand uns MH als Triäthanolsalz in Wasser gelöst (25 % bzw. 12,5 %) zur Verfügung. Im Jahre 1952 benutzten wir eine salzförmige Substanz, die vor der Behandlung der Pflanzen oder ihrer Teile in heißem Wasser gelöst wurde oder 1954 mit Talkum

als Trägerstoff trocken bei Knollen (Kartoffeln, Topinambur) zur Anwendung kam. Die verschiedenartigen Untersuchungsobjekte wuchsen in allen Fällen unter feldmäßigen Bedingungen. Über die Sorten und bisherigen Behandlungen orientiert Tabelle 1[1]).

Die Pflanzen wurden entweder aus Handzerstäubern oder Rückenspritzen besprüht oder, wenn es sich um Knollen oder Wurzeln handelte, auch in Lösungen des Stoffes getaucht bzw. mit Puder bestäubt. Sonstige Bedingungen werden, soweit sie den Erfolg der Behandlung beeinflussen, bei der Beschreibung der Versuche erwähnt.

C. Ergebnisse

I. Substanzerhaltung bei der Lagerung voluminöser Feldfrüchte

1. Topinambur

Die ersten MH-Behandlungen führten wir an der Topinambur durch, da ihre Knollen besonders schwer haltbar sind und die Pflanze bei

Abb. 1.

Keimhemmung nach Topinamburkrautbehandlung.

Sorte: Küppers rote Zonenkugel
Behandlung: 29. 9. 1951
Knollenernte: 7. 11. 1951
Mietenlagerung: 7. 11. 1951—9. 4. 1952
Auspflanzung: 9. 4. 1952
Aufnahme: 2. 8. 1952

1 2 3

Abb. 2.

Unvollständige Keimhemmung nach sehr früher MH-Pflanzenbehandlung

Vor der Behandlung ausgebildete Knollen (2) bleiben völlig gehemmt, nach der Behandlung entstandene (3) treiben ähnlich aus wie Knollen unbehandelter Pflanzen (1)
Sorte: von Hagen Standard
Behandlung mit 0,2%: 17. 7. 1953
Knollenernte: 5. 11. 1953
Mietenlagerung in Sand: 5. 11. 1953
Auspflanzung: 30. 4. 1954
Aufnahme: 2. 6. 1954

[1]) Detailiertere Angaben für Topinambur und Kartoffeln sind in bereits erschienenen Veröffentlichungen (15, 16) enthalten. Dort finden sich auch ausführliche Bemerkungen über Anwendungszeit usw.

früheren Versuchen von uns als ein günstiges Objekt für pflanzenphysiologische Versuche erkannt wurde (14, 15, 47, 48).

Behandlungen vor oder während der Knollenbildung der Pflanze führen zu abweichender Entwicklung ober- und unterirdischer Organe und zu Mindererträgen (15). Verhältnismäßig spät vorgenommene Besprühungen der häufig sehr lange vegetativ bleibenden Topinambur-

Kontr. 0,05 0,1 0,2 0,4%MH

Abb. 3.

Keimhemmung nach Behandlung von Topinamburknollen.

Sorte:	von Hagen Standard
Ernte:	23. 3. 1954
Behandlung:	24. 3. 1954
Mietenlagerung in Sand:	24. 3.—12. 5. 1954
Aufnahme:	12. 5. 1954

I II III IV V

Abb. 4.

Keimhemmung nach Kartoffelpflanzenbehandlung.

Sorte:	Bona	
Auspflanzung:	13. 5. 1953	
Behandlung:	I = unbehandelt	
	II = MH 0,2 %	11. 7. 53
	III = MH 0,4 %	11. 7. 53
	IV = MH 0,2 %	21. 7. 53
	V = MH 0,4 %	21. 7. 53
Ernte:	28. 9. 1953	
Kellerlagerung:	28. 9. 1953—10. 6. 1954	
Aufnahme:	10. 6. 1954	

sorten und -stämme zeigen kaum ungünstige Beeinflussung. Falls das Wetter lange genug warm bleibt und eine Aufnahme des Stoffes durch die Blätter gewährleistet ist, verharren die Knollen behandelter Pflanzen bei sonst geeigneter Lagerung sehr lange in Keimruhe (Abb. 1).

Knollen, welche am Tage der Behandlung schon ausgebildet waren, keimen nicht. Hingegen zeigen solche, die nach Abklingen der Hemmwirkung relativ früher Behandlung (etwa im Juli) noch entstanden sind, normalen Austrieb (Abb. 2).

Unsicheres Herbstwetter und die oft sehr großen Pflanzen (bis 4 m Höhe) erschweren bisweilen ihre Behandlung in Feldbeständen, auch werden nicht immer mit Sicherheit günstige Ergebnisse erzielt. Deshalb besprühten wir im Herbst oder Frühjahr geerntete Knollen oder tauchten sie in MH-Lösung verschiedener Konzentration. Hierdurch wurde oft schon mit verhältnismäßig niedriger MH-Dosis (0,05—0,1 %) einwandfreie Keimhemmung erzielt (Abb. 3).

Interessant ist, daß nach Benutzung relativ niedriger Konzentration der Haupttrieb mehr oder weniger gehemmt, dagegen die Seitentriebbildung gefördert wird (16).

Da, soweit sich bisher übersehen läßt, der Stoff keine fungizide Wirkung hat, muß bei längerer Lagerung der Knollen, die insbesondere durch Pilze gefährdet sind, die auch sonst bei empfindlichen Feldfrüchten notwendige Sorgfalt geübt werden. Am günstigsten hat sich in den bisherigen Versuchen das Einschlagen in Sand bewährt. Dabei dürfen sich die Topinamburknollen gegenseitig nicht berühren (48).

Die mit mittleren und stärkeren Konzentrationen (0,2—0,4 %) behandelten und eingelagerten Knollen halten sich bis zur neuen Ernte, ohne zu keimen.

Es leuchtet ein, daß sich deshalb eine Behandlung von Pflanzen oder Knollen verbietet, die der Pflanzguterzeugung oder als Pflanzgut dienen sollen.

2. Kartoffeln

Wie wir kürzlich zeigen konnten (16), führen nicht zu spät vorgenommene Krautbesprühungen bei Überlagerung der geernteten Knollen zu schwacher Keimbildung und damit zu geringerem Gewichtsverlust (Abb. 4).

Zu frühe oder zu starke Behandlung kann Ertragsdepressionen, zum anderen derartige Schäden bedingen, daß trotz eingeschränkten Auskeimens der Knollen zum Teil auch hohe Gewichtsverluste im Lager entstehen (s. Abb. 5 Ackersegen).

Die Abbildung gibt einen Überblick über den Gewichtsverlust von Knollen im Feld behandelter Kartoffelpflanzen der Sorten Vera, Bona und Ackersegen zu verschiedenen Zeitpunkten während Warmlagerung. Die Knollen mit niedriger Konzentration behandelter Vera- und Bona-Pflanzen weisen, besonders bei längerer Lagerung, nur etwa halb so große Gewichtsverluste auf wie unbehandelte.

Die zugehörigen Keimgewichte, die in den einzelnen Monaten ermittelt wurden, sind, für die drei Sorten summarisch aufgetragen, aus Abbildung 6 zu ersehen.

Knollen behandelter Pflanzen bilden nur unscheinbare Keime. Sehr aufschlußreich ist die Tatsache, daß die nur einmal im Juni abgekeimten Kartoffeln größeres Keimgewicht besitzen als die allmonatlich entkeimten.

Auch unter normalen Bedingungen in einem Keller gelagerte Knollen zeigen entsprechendes Verhalten (Abb. 7).

Der weniger große Erfolg bei der Sorte Ackersegen hinsichtlich des Gewichtsverlustes dürfte auf zu frühe Behandlung und mehr oder weniger große Schäden an den Knollen zurückzuführen sein (16).

Knollenbehandlungen führen bei Anwendung verhältnismäßig hoher Konzentration und bei Lagerung in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit oder in Mieten ebenfalls zum Erfolg (Abb. 8).

Abbildung 8 läßt klar erkennen, daß bei der Sorte Vera die Gewichtsverluste und Keimgewichte behandelter Knollen, die in Mieten gelagert wurden, in Abhängigkeit von der benutzten Konzentration geringer sind als bei unbehandelten.

Der Habitus der Keime verschieden behandelter Knollen zeigt zum Teil erhebliche Unterschiede (Abb. 9).

Darüber hinaus ist die Anzahl der aus einem Auge austreibenden Keime vermehrt. Es ist dies eine Erscheinung, die auch nach Behandlung der Knollen mit Keimförderungsmitteln auftreten kann.

Das Eintauchen der Knollen in MH-Lösungen blieb wirkungsvoller als Applikationen pulverförmiger Substanz.

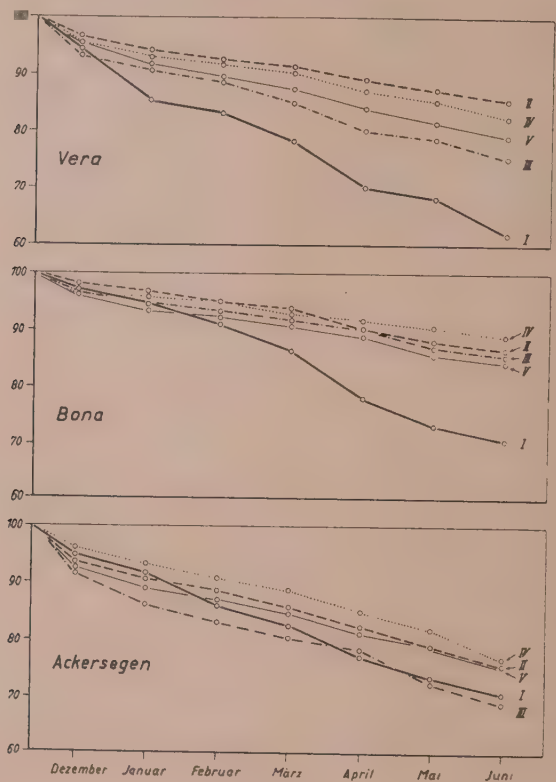


Abb. 5.

Gewichtsverluste nach Kartoffelpflanzenbehandlungen mit MH — Knollengewicht in % des Ausgangsgewichtes — Lagerung bei Zimmertemperatur

Auspflanzung: 13. 5. 1953

Behandlung:		Vera	Bona	Ackersegen
I = unbehandelt		—	—	—
II = 0,2 % MH		„ 3. 7. 1953	„ 11. 7. 1953	„ 21. 7. 1953
III = 0,4 % MH		„ 3. 7. 1953	„ 11. 7. 1953	„ 21. 7. 1953
IV = 0,2 % MH		„ 21. 7. 1953	„ 21. 7. 1953	„ 10. 8. 1953
V = 0,4 % MH		„ 21. 7. 1953	„ 21. 7. 1953	„ 10. 8. 1953
Ernte:	Vera:	4. 9. 1953		
	Bona:	28. 9. 1953		
	Ackersegen:	8. 10. 1953		

Lagerung bei Zimmertemperatur: 23. 10. 1953—10. 6. 1954

Tabelle 1
Versuchsobjekte und Behandlung

Versuchsobjekt		Versuchs-jahr	Behandlung MH-Konzentration
Art	Sorte		
Kartoffeln	Vera. Erstling, Bona Olympia, Comtessa, Flava, Magna, Heida Ackersegen, Urtica	1952	0,05 —0,4
	Vera, Bona, Ackersegen	1953	0,2 —0,5
Topinambur	v. Hagen Standard, Schweigers Münchener, Küppers rote Zonenkugel und 6 Zuchtstämme	1951	0,001—0,4
	Die gleichen Sorten wie 1951	1952	0,05 —0,4
	von Hagen Standard, Küppers rote Zonenkugel und 1 Zuchtstamm	1953	0,01 —0,8
Zuckerrüben	Kl. Wanzleben N	1951	0,125—0,25
	" " "	1952	0,05 —0,4
	" " "	1953	0,08 —0,5
Futterrüben	Eckendorfer Gelb	1952	0,4
	" "	1953	0,05 —0,2
Möhren	Marktgärtner	1952	0,05 —0,4
	"	1953	0,1 —0,4
Zwiebeln	Stuttgarter Riesen	1951	0,05 —0,4
	" "	1952	0,05 —0,4
	" "	1953	0,05 —0,4
Salat	Maikönig	1951	0,1
	" , Trotzkopf	1952	0,05 —0,4
Spinat	Matador	1952	0,1 —0,4
Erdbeeren	Oberschlesien	1952	0,05 —0,4
Holzgewächse	Liguster, Wildkirschen, Äpfel	1952	0,05 —0,4
Blumen	Tagetes	1951	0,1 —0,2
Getreide	Sommerweizen Heines Peko Hafer N. P. Z. Weiß Sommerroggen Petkuser Sommergerste Heines Pirol	1952	0,05 —0,4
	Die gleichen Sorten wie 1925	1953	0,05 —0,4
Grasflächen		1951	0,1 —0,5
		1952	0,05 —0,8

3. Zuckerrüben

a) Wirkung auf das Rübenblatt:

Nach Blattbehandlungen im Juli 1952 mit 0,4 % MH beobachteten wir leichte Farbveränderungen der Blätter. Im Herbst 1951—1953 vorgenommene Besprühungen ließen, auch nach Anwendung relativ hoher Konzentrationen, solche nicht erkennen.

b) Ertrag:

Bei den Behandlungen im Jahre 1951 und 1952 waren keine gesicherten Ertragsdifferenzen festzustellen. Auch 1953 führten selbst große Aufwandmengen nicht zu Ertragsdepressionen bei Blättern und Rüben.

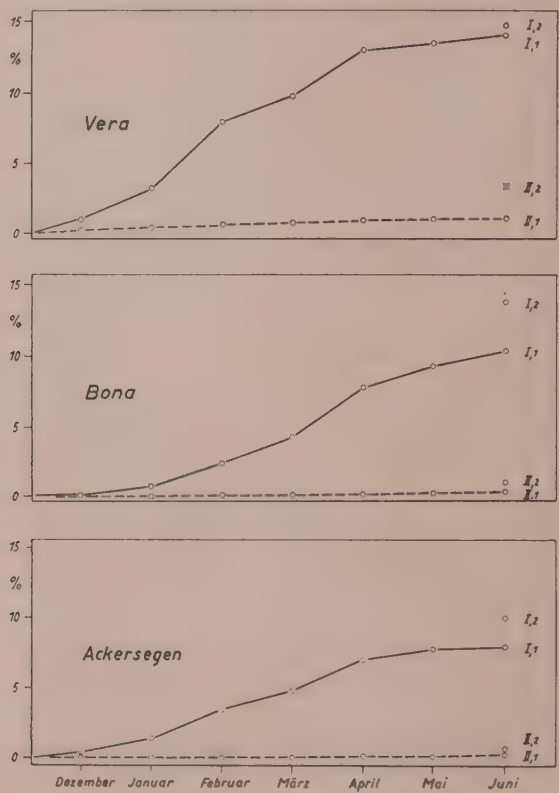


Abb. 6.

Keimgewicht (in % vom Ausgangsgewicht) von Knollen nach Kartoffelpflanzenbehandlung mit MH.

Auspflanzung, Behandlung, Ernte und Lagerung siehe Abb. 5.

I 1 bzw. II 1: Von Mitte Dezember 1953 bis Mitte Juni 1954 allmonatliche Keimgewichtsfeststellung.

I 2 bzw. II 2: Keimgewichtsfeststellung nur im Juni 1954.

c) Stoffliche Veränderungen im Rübenkörper:

Ein Einfluß der Behandlungen auf den Zuckergehalt war 1951 und 1953 nicht zu beobachten. Dagegen machte sich nach den am 24. 9. 1952

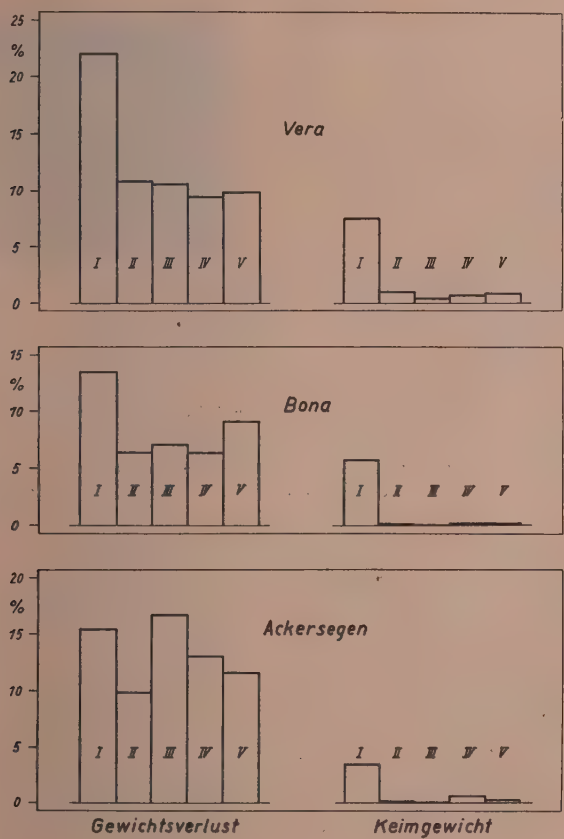


Abb. 7.

Gewichtsverlust und Keimgewicht (in % vom Ausgangsgewicht) von Knollen unbehandelter und mit MH behandelter Kartoffelpflanzen bei Kellerlagerung.

Auspflanzung, Behandlung, Ernte siehe Abb. 5.
Kellerlagerung: bis 10. 6. 1954
Gewichtsfeststellung: 10. 6. 1954

vorgenommenen Besprühungen der Rüben eine gewisse Tendenz zur Erhöhung des Zuckergehaltes bemerkbar (Abb. 10), wie sie zum Teil auch in den USA festgestellt wurde (71, 54).

Die Beobachtung des Jahres 1952, wonach der für die technische Zukkergewinnung „schädliche Amino-Stickstoff"[1]) bei der am stärksten behandelten Parzelle den niedrigsten Wert aufweist (s. Abb. 11), wurde 1953 nicht bestätigt.

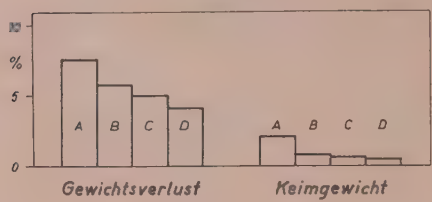


Abb. 8.

Gewichtsverlust und Keimgewicht in % vom Ausgangsgewicht nach Kartoffelknollenbehandlung mit MH bei Mietenlagerung.

Sorte. Vera
A = unbehandelt
B = 0,3 % MH
C = 0,4 % MH
D = 0,5 % MH
Geerntet: 4. 9. 1953
Knollenbehandlung: 2. 11. 1953
Mietenlagerung: 7. 12. 1953—8. 4. 1954
Gewichtsfeststellung: 8. 4. 1954

Abb. 9.

Keimhemmung und abnorme Keimbildung nach Knollenbehandlung mit MH.

oben unbehandelt
Sorte: Vera
untere Reihe 0,4 % MH
Knollenbehandlung: 2. 12. 1953 (Keimlänge ca. 3 cm)
Lagerung in feuchtem Sand: 2. 12. 1953—23. 1. 1954
Keimgewichtsfeststellung: 23. 1. 1954
Lagerung
bei Zimmertemperatur: 23. 1. 1954—10. 6. 1954

d) Verhalten der Rüben bei Überlagerung:

Weder im Jahre 1951, wo die Rüben eingemietet wurden, noch im folgenden Jahre bei Lagerung in einem offenen Schuppen, konnten eindeutige Unterschiede im Gewichtsverlust nach verschiedenartiger Behandlung festgestellt werden.

Um genaue Werte über den Gewichtsverlust zu erhalten, wurden im darauffolgenden Jahre die Zuckerrüben in Tontöpfen mit mehreren Wiederholungen (je Behandlungstermin und Konzentration 7 Töpfe à 25 kg) aufbewahrt. Bei der 1. Zuckerzwischenbestimmung am 22. 12. 1953 hatten behandelte und nicht behandelte Rüben im gleichen Ausmaß an Gewicht verloren. Die Zuckerverluste waren, abgesehen von denen des ersten Anwendungszeitpunktes, gleich der Kontrolle. Diese Tatsache überraschte uns insofern, als die Kontrollrüben am 22. 12. 1953 rund 20 cm lange gelbe Blätter aufwiesen, wohingegen bei den behandelten kein oder nur schwacher Auswuchs zu beobachten war (s. a. 65). Nach Behandlung mit der niedrigsten Konzentration hatten die Blättchen der Rüben eine Länge von höchstens 1—3 cm erreicht, ein Beweis, daß der Stoff aufgenommen worden war.

Andere Autoren (50) haben die Feststellung gemacht, daß behandelte Rüben nach Frosteinwirkung geringere Zuckerverluste zeigen. Wir konnten diese Beobachtung bisher nicht bestätigen.

[1]) Lüdecke, H., und E. Heuer, Die Untersuchung von Wurzel- und Knollengewächsen. Methodenbuch Band XV, (1953) S. 123—153.

Eine ausreichende Erklärung für das unterschiedliche Verhalten der Rüben kann im Augenblick noch nicht gegeben werden. Wahrscheinlich hat der Faktor Wetter bei derartigen Versuchen große Bedeutung.

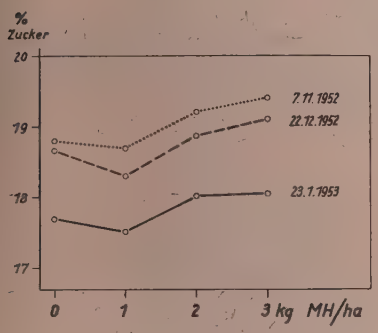


Abb. 10.

Beeinflussung des Zuckergehaltes durch Zuckerrübenpflanzenbehandlung mit MH.

Sorte: Klein Wanzleben N
Behandlung: 24. 9. 1952
Ernte: 6. 11. 1952
Lagerung (in einem luftigen Schuppen): ab 7. 11. 1952

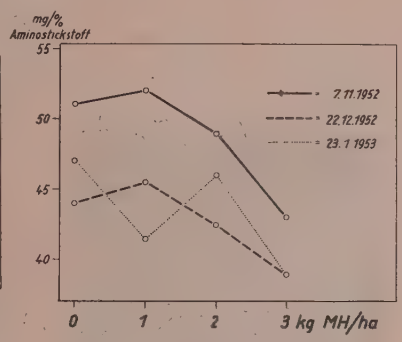


Abb. 11.

Beeinflussung des „schädlichen Aminostickstoffs" durch MH-Behandlung von Zuckerrüben.

Sorte: Klein Wanzleben N
Behandlung: 24. 9. 1952
Ernte: 6. 11. 1952
Lagerung: ab 7. 11. 1952

Im ersten Jahre sank in den Nächten nach der Besprühung die Temperatur unter 0° C, im zweiten Jahre fiel 3 Stunden nach der 1. Anwendung (1. 9. 1952) Gewitterregen, der zweifellos, trotz Netzmittelbeigabe, den Stoff hinwegführte. Bei der zweiten (24. 9. 1952), in den Zuckerprozenten Ausschläge zeigenden Behandlung (Abb. 10) herrschte günstiges Wetter. Am 3. Termin (17. 10. 1952) war die Temperatur offenbar bereits zu stark abgesunken. Die im ganzen nicht spät liegenden und durch das Wetter begünstigten Behandlungen des Jahres 1953 führten zwar zu einer Aufnahme des Stoffes, aber vermutlich entstanden durch den anomal warmen Herbst derart ungünstige Lagerungsbedingungen, daß aus diesem Grunde nicht die erwarteten Ergebnisse erzielt wurden.

Auf jeden Fall zeigen die Versuche mit Zuckerrüben, daß es nicht einfach ist, optimale Bedingungen für erfolgreiche MH-Anwendung zu treffen.

Behandlungen von Rübenkörpern ließen 1953/54 unter den gleichen ungünstigen Lagerungsbedingungen keine positiven Ergebnisse erkennen (s. a. 4).

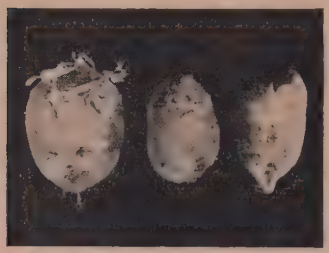
4. Futterrüben

In kleinerem Umfange wurden auch Futterrübenpflanzen in die Versuche einbezogen. Die Lagerungsverluste blieben 1952/53 nach sechsmonatiger Mietenlagerung geringer als bei der Kontrolle. Auch die

Rübenbehandlung führte im folgenden Jahre während der Lagerzeit zu vermindertem Sproßaustrieb (Abb. 12).

5. Möhren

Möhrenkrautbesprühungen im Juli, September und Oktober 1952 und 1953 brachten, abgesehen von gewissen Farbabweichungen, keine bedeutsamen Veränderungen an den Pflanzen oder Ertragsbeeinflussung.



unbeh. 0,1% 0,2% MH

Abb. 12.
Hemmung des Sproßaustriebs nach Behandlung der Rübenkörper mit MH.

Sorte: Eckendorfer Gelb
Ernte: 27. 10. 1953
Behandlung: 29. 10. 1953
Mietenlagerung in Sand: 29. 10. 1953—12. 5. 1954
Aufnahme: 12. 5. 1954

Die Lagerungsverluste in Mieten blieben bei den Möhren stärker behandelter Pflanzen (0,2—0,4 % MH) geringer als bei schwächer behandelten (0,5—0,1 % MH) oder unbehandelten. Bei ihnen war am 27. 4. 1953 ein gesicherter Unterschied im Austrieb festzustellen (unbehandelt = 2,27 %; 0,4 % MH am 18. 10. 1952 = 0,69 %).

Tabelle 2
MH- Behandlung und Lagerung von Möhren

Behandlung	Zimmertemperatur bis 12. 1. 1954		Lagerung im Lagerhaus bis 16. 2. 1954		Lagerung in Mieten bis 11. 5. 1954			
	Austrieb		Austrieb		Austrieb		Gewichtsverlust in % des Ausgangsgewichts	Rel. (Kontr. = 100)
	in % des Möhrengewichts	Rel. (Kontr. = 100)	in % des Möhrengewichts	Rel. (Kontr. = 100)	in % des Möhrengewichts	Rel. (Kontr. = 100)		
Kontr. (mit H_2O behandelt)	0,365	100,0	0,225	100	2,710	100,000	46,91	100,0
0,1% MH-Lösung	0,189	51,8	0,009*	4*	0,005	0,018	17,30	36,8
0,2% MH-Lösung	0,009*	2,5*	0,000	0	0,000	0,000	16,25	34,6
0,4% MH-Lösung	0,003*	0,8*	0,000	0	0,000	0,000	25,35	54,0

* = $p < 0,05$

Entsprechende Pflanzenbesprühungen im Folgejahr zeigten ungleichmäßige Wirkung.

Darüber hinaus führten Direktbehandlungen von Möhren, die im Lagerhaus, in Mieten und in Räumen mit Temperaturen um 18—20° C gelagert wurden, zu starker Hemmung der Sproßentwicklung (Tab. 2).

Die behandelten Möhren sahen nach 6½monatiger Lagerung frisch aus (Abb. 13).

unbeh. 0,05 0,1 0,2% MH

Abb. 13.

Hemmung des Sproßaustriebs durch Direktbehandlung der Möhren mit MH.

Sorte:	Marktgärtner
Ernte:	28. 10. 1953
Behandlung:	28. 10. 1953
Mietenlagerung:	29. 10. 1953—11. 5. 1954
Aufnahme:	11. 5. 1954

Sie wurden auch bei Geschmacksprüfungen, roh und gekocht, einheitlich am günstigsten beurteilt.

6. Zwiebeln

Während dreier Jahre im Herbst auf dem Feld behandelte Zwiebeln ließen irgendwelche sichtbaren Beeinflussungen der „Röhren" oder Zwiebeln nicht erkennen. Bei Winterlagerung (auf einem Hausboden) zeigten die 1951 im September besprühten Zwiebeln Anfang März 1952 kein oder schwächeres Austreiben (Abb. 14).

Die gleiche Beobachtung konnte im Frühjahr 1953 (21. 4. 1953) bei den am 25. 9. 1952 behandelten Pflanzen gemacht werden. Eine spätere Anwendung (6. 10. 1952) blieb erfolglos. Die Ergebnisse des dritten Untersuchungsjahres stimmen, soweit es sich um aus Samen gezogene Zwiebeln handelt, mit denen der vorhergehenden Jahre überein.

Wenn auch Behandlungen bei nicht zu später Anwendung keinen oder nur schwachen Austrieb verursachten, scheint damit eine verlängerte Haltbarkeit über sehr große Zeiträume nicht immer möglich. Die Zwiebeln im Feld besprühter Pflanzen nahmen besonders im Jahre 1953, späterhin im Mai und Juni braune Farbe an und erlagen Pilzkrankheiten.

Im Mai 1952 vorgenommene Zwiebelbehandlungen mit MH-Lösungen verschiedener Konzentration zeigten schwache oder keine Ausschläge. Auch solche im Jahre 1953 frisch geernteter Zwiebeln, mit zum Teil noch grünen „Röhren" oder mit abgestorbenen „Röhren", aber noch grünen „Schalen", konnten das Austreiben im folgenden Frühjahr nicht oder nur unmerklich verhindern.

Bei Produkten, welche dem menschlichen Verzehr dienen, interessiert natürlich die Frage, ob MH-Behandlungen ungünstige Wirkungen auf den Organismus ausüben. Eine Antwort hierauf geben einige an anderer

Stelle wiedergegebene Fütterungsversuche mit Ratten und Schweinen (16). Danach bestehen keine Bedenken, weiterhin mit dem Stoff zu arbeiten. Im Gegensatz hierzu und zur amerikanischen Literatur wird in England Zurückhaltung bei der Anwendung von MH empfohlen (3).

II. Behandlungen mit dem Ziel, eine Änderung des Vegetationsrhythmus herbeizuführen

Der Gärtner wünscht einen großen Teil seiner Produkte über einen möglichst langen Zeitraum frisch geerntet auf den Markt zu bringen. Durch geeignete Sortenwahl kann er die einer Art gegebene Vegetations-

unbeh. 0,05 0,1 0,2 0,4 %MH

Abb. 14.
Verhinderung des Austreibens von Zwiebeln nach MH-Pflanzenbehandlung.

Sorte:	Stuttgarter Riesen
Behandlung:	15. 9. 1952
Ernte:	4. 11. 1952
Lagerung auf einem Hausboden:	4. 11. 1952—22. 4. 1953
Aufnahme:	22. 4. 1953

dauer in gewissen Grenzen erweitern. Gelänge es, durch chemische Einwirkung eine wesentliche Vorverlegung oder Verzögerung der Vegetation zu erreichen, würde dies von wirtschaftlicher Bedeutung sein.

Der Züchter ist häufig gezwungen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, Formen mit verschiedenem Entwicklungsrhythmus zu kombinieren. Es stehen ihm hierfür verschiedene Möglichkeiten offen, u. a. die Pollenkonservierung.

In vielen Fällen ist jedoch eine Direktbestäubung erwünscht. Hierbei und auch aus anderen Gründen könnte der Züchter eine Verwendung von Mitteln zur Blühförderung oder -hemmung begrüßen. Wir betrachten zunächst die im Gartenbau interessierenden Möglichkeiten der Anwendung des MH.

1. Salat

Als unangenehm erweist sich bei der Erzeugung von Salat und Spinat das vorzeitige Schossen. Diesen von der Tageslänge abhängigen und damit vor allem im Sommer auftretenden Vorgang versuchten wir durch Anwendung von MH zu verhindern.

Im Jahre 1951 und 1952 zu verschiedenem Zeitpunkt mit MH-Lösungen verschiedener Konzentration behandelte Salatpflanzen reagierten im Frühjahr und Herbst stärker als im Sommer. Die Sorten verhielten sich jedoch nicht einheitlich.

Behandelte Pflanzen nahmen allmählich einen stumpfgrünen Farbton an und blieben, in Abhängigkeit von der angewandten Konzentration, mehr oder weniger stark gehemmt. Größere Entwicklungsunterschiede

wurden im allgemeinen erst 10 bis 14 Tage nach der Behandlung sichtbar. Kurz vor dem Schossen stehender Salat ließ sich nicht mehr, oder nur unwesentlich, hemmen. So müßte zur Verhinderung dieses Vorganges schon zeitig behandelt werden, ehe überhaupt die Marktsituation übersehen werden kann. Der mattgrüne Farbton behandelter Pflanzen bedeutet eine sichtbare Minderung des Marktwertes, so daß vorläufig wenig Anreiz besteht, zumindest für die bisher behandelten Sorten, weiterhin eine Anwendung zu versuchen.

2. Spinat

Spinat verhält sich ähnlich wie Salat. Während frühgesäter Spinat sich beeinflussen läßt, trifft das für Spätsaaten nicht mehr zu. Auch der Nachwuchs bereits abgeschnittener Flächen läßt sich wenig oder gar nicht hemmen. Diese Untersuchungen mit der Sorte „Matador" lassen Behandlungen nicht wirtschaftlich erscheinen.

3. Sonstige gärtnerische Pflanzen

Wir arbeiteten mit ähnlicher Zielsetzung wie bei den obengenannten Pflanzen auch bei Erdbeeren, ohne Ausschläge zu erhalten. Erfolge dürften ebenso schwer bei Sträuchern und Bäumen zu erreichen sein. Bei letzteren (Äpfeln und Wildkirschen) gelang es uns durch Behandlung einige Tage vor der Blüte nicht, den Blühbeginn zu verzögern. Höhere Konzentrationen verursachten vielfach Schäden (Braunfärbung) an Blüten und Blättern (s. a. 66). Auch die orientierenden Versuche an Gartenblumen ermutigten nicht zur Fortsetzung der Untersuchungen. Vielfach blühten behandelte Pflanzen schwächer. In einigen Fällen zeigten sie Blütenmißbildungen.

Neuerdings wurden günstige Ergebnisse bei Schnittblumen, deren Haltbarkeit verlängert werden konnte, mitgeteilt (75).

4. Topinambur

Topinamburpflanzenbehandlungen mit dem Ziel, die Blüte früher Stämme zu verzögern, blieben bisher erfolglos. Konzentrationen über 0,025 % MH erwiesen sich in einigen Fällen als zu hoch, in anderen hingegen als nicht wirksam. Der Entwicklungsstand der Pflanzen, das Wetter und möglicherweise noch andere Gründe mögen hierbei mitsprechen. Im Knospenzustand behandelte Blüten fielen nach dem Öffnen oft vorzeitig ab, entfalteten sich vereinzelt schneller als unbehandelte, fruchteten aber nicht.

5. Getreide

Versuche, den Zeitpunkt des Blühens einiger Getreidearten zu verlegen, führten bei Sommerroggen und Sommergerste zu gewissen Erfolgen. Sommerweizen ließ sich in zwei Jahren nur wenig (s. a. 26), Hafer gar nicht beeinflussen. Ende April vorgenommene Behandlungen verursachten im allgemeinen nach einer Woche Dunkelgrünfärbung des Getreides. Nach 10 Tagen ließen sich meist schon deutliche Höhenunterschiede feststellen (Tab. 3).

Tabelle 3

MH-Anwendung bei Sommerroggen

	Höhe 17.5.	23.5.	31.5.	3.6.	18.6.	Ährenschieben Beginn	Ährenschieben Verspätung in Tagen	Blüte Beginn	Blüte Verspätung in Tagen	Ernte 6.8.	Stroh dz/ha	Korn dz/ha
Behandlung 30. 4. 1952												
MH 0	45	62	80	105	165	29. 5.	0	12. 6.	0	Vollreif	81,0	22,8
MH 0,05 % } am 7. 5. geringe	40	55	75	105	155	29. 5.	0	13. 6.	1	Vollreif, z. T. Zwiewuchs	74,8	11,1
MH 0,1 % } Höhendifferenz	35	50	65	75	145	31. 5.	2	13. 6.	1	Vollreif, z. T. Zwiewuchs	62,9	5,4
MH 0,2 % } und Dunkelgrün-	30	38	45	55	120	3. 6.	5	16. 6.	4	Vollreif, z. T. Zwiewuchs	58,0	4,7
MH 0,4 % } färbung	20—30	27	40	45	120	7. 6.	9	18. 6.	6	vereinzelt noch weiche Körner	37,8	3,1
Behandlung 10. 5. 1952												
MH 0				105	160	29. 5.	0	12. 6.	0	Vollreif	64,2	14,6
MH 0,05 %				105	160	29. 5.	0	13. 6.	1	Halme noch frisch	65,2	5,8
MH 0,1 %	17. 5.	23. 5.		100	160 obere Blätter	30. 5.	1	13. 6.	1	Halme noch frisch	60,9	8,1
MH 0,2 %	ca. 45 cm	ca. 60 cm		80	85 grau	3. 6.	5	12. bis	0—8	„ „ einige Nachkömmlinge	62,6	0,1
MH 0,4 %				80	80	3. 6.	5	20. 6.	0—8	blühen	57,1	0,0
Behandlung 3. 6. 1952												
MH 0				105	165	29. 5.		12. 6.	0	Vollreif	80,5	24,0
MH 0,1 %				105	145	29. 5.		12. 6.	0	meist taub	69,15	6,5
MH 0,2 %				105	140	29. 5.		12. 6.	0	Knoten noch frischgrün	73,15	1,8
MH 0,4 %				105	140	29. 5.		12. 6.	0		70,2	1,65

Später zeigten sich größere Unterschiede, so wie sie aus der Abbildung 15 zu ersehen sind.

Die Blätter stärker behandelter Pflanzen blieben, besonders bei Weizen, auffallend schmal. Die Pflanzenhöhe schwankte, vor allem mit zunehmender Konzentration. 0,2 % und mehr noch 0,4 % MH wirkten in einigen Fällen schon letal, in andern starben nur einzelne Halme ab. In der Folge wurden dann neue, klein bleibende Triebe gebildet. Dadurch blieb das Wachstum und besonders die Entwicklung des behandelten Bestandes häufig sehr ungleichmäßig. Behandlungen mit 0,1 % MH verzögerten das Ährenschieben bei Roggen im Mittel um 9 Tage, bei Weizen um nur 3 Tage. Die Blüte begann bei Roggen 6 Tage, bei Weizen 2 Tage später. Die stark verkürzten Halme stärker behandelter Pflanzen verfärbten sich bläulichrotgrün, sie trugen schmalere (bei Roggen oft schartige) Ähren mit schmalen Früchten und geringem 1000-Korngewicht. Infolgedessen blieb der Kornertrag nach starker Behandlung sehr gering (s. a. 29, 26). Auch der Strohertrag war vermindert,

0,4 0,2 0,1 0,05% MH unbeh.

Abb. 15.
Wachstums- und Entwicklungshemmung durch MH-Behandlung bei Roggen.

Sorte:
Petkuser Sommerroggen
Aussaat: 7. 4. 1952
Behandlung: 30. 4. 1952
Aufnahme: 28. 5. 1952

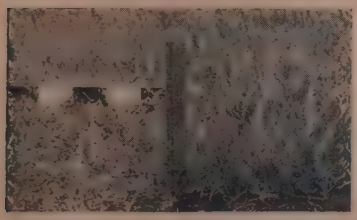
jedoch nicht im gleichen Ausmaß. Spätere Behandlungen hemmten zwar die Weiterentwicklung des Getreides gleichmäßiger, doch war, abgesehen von Sommergerste, die bei Behandlung am 19. 5. 1952 rund 14 Tage später blühte, keine größere Blühverzögerung zu erreichen. Sowohl bei Sommerweizen als auch bei Sommerroggen konnte nach Behandlung kurz vor der Blüte sogar eine geringfügige Vorverlegung der Blüte beobachtet werden (s. a. 15). In diesen Fällen schädigte aber der Stoff derart, daß die Ähren und der obere Teil der Halme vorzeitig abstarben. Die Halmknoten blieben verhältnismäßig lange grün. Nicht selten waren solche Pflanzen noch zur Bildung von Sekundärtrieben imstande, welche die Pflanzen länger als normal am Leben hielten. Die geernteten Früchte aus so behandelten Getreidepflanzen zeigten eine leichte Minderung der Keimschnelligkeit und zum Teil auch eine etwas geminderte Keimfähigkeit (s. a. 33).

III. Behandlung aus arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten

1. Zierrasen

Zierrasen erfordert viel Mäharbeit. Unsere in den Jahren 1951 und 1952 durchgeführten Versuche auf Grasflächen sollten zeigen, ob MH geeignet ist, ohne Beeinträchtigung der Pflanzendecke, Arbeit einzusparen.

Behandelte Grasflächen lassen rund 10 Tage nach der Anwendung des Stoffes Dunkelgrünfärbung und vermindertes Wachstum erkennen.



0,5%MH unbehandelt

Abb. 16.
Wachstumshemmung von Zierrasen nach MH-Besprühung.

Behandlung: 31. 7. 1951
Aufnahme: 15. 8. 1951

Die Blätter der Gräser bleiben schmaler als die unbehandelter und sind wenig standfest. Das Schossen wird unterdrückt oder verzögert. Höhere Konzentrationen (i. a. 0,4 %) führen zu einer mehr oder weniger kräftigen Anthozyanfärbung und im Verlauf von einigen Wochen auch zum Absterben einzelner Pflanzen. Zweijährige Feststellungen, jeweils einige Wochen nach der Behandlung, beweisen, daß das Ausmaß der Hemmung, gemessen an meist gesichert weniger produzierter Grünmasse, in erster Linie von der gewählten Konzentration abhängig ist (s. Tab. 4).

Sehr wahrscheinlich spielen aber auch das Wetter, der Boden und soziologische Faktoren dabei eine Rolle (37). Im Jahre 1951 wurde Lieschgras stärker zurückgedrängt als andere Gräser. Unter etwas anderen Bedingungen war im Jahre 1952 jedoch kein Wirkungsunterschied bei den Gräsern zu beobachten. Der Weißkleeanteil erscheint oft in behandelten Parzellen erhöht, weil die schmalen Blätter der Gräser meist am Erdboden liegen. Daneben besteht aber auch innerhalb niedriger Konzentrationsbereiche eine gewisse geringere Empfindlichkeit von Klee und Unkräutern.

Neben anderen Daten zeigt die Tabelle 4, daß der Trockensubstanzgehalt behandelter Pflanzen in Abhängigkeit von der Konzentration ansteigende Tendenz aufweist (s. a. 10).

Die Hemmwirkung hält im allgemeinen etwa 4—6 Wochen an.

Während der erste Schnitt rund 5 Wochen nach Behandlung große Gewichtsunterschiede aufwies, waren bei den folgenden Feststellungen keine gesicherten Unterschiede zu bemerken. Häufig wirkte der Nachwuchs stärker behandelter Parzellen längere Zeit nach dem Schnitt deshalb frischer, weil stärkere Seitentriebbildung stattfand.

Auch im Jahre nach der Behandlung blieben ungünstige Nachwirkungen aus. Nimmt man, je nach den gestellten Ansprüchen, die auftre-

Tabelle 4

MH-Behandlung und „Ertrag" von Rasenflächen

	Frischgewicht		Trockensubstanz	
	dz/ha	Rel.	%	Rel.
1951				
Kontr. —	147,5	100,0		
MH 0,1%	102,3	69,3		
MH 0,5%	30,3	20,5		
1952				
Kontr. —	150,5	100,0	27,6	100
MH 0,05 %	132,6	88,1		
MH 0,1 %	120,2	79,8		
MH 0,2 %	102,8	68,3	29,6	107
MH 0,4 %	89,1	59,1		
MH 0,8 %	90,3	60,3	33,1	120

tenden Farbänderungen solcher Flächen in Kauf, so läßt sich Mäharbeit einsparen.

2. Zierhecken

Auch Zierhecken erfordern durch den laufend notwendigen Verschnitt bedeutenden Arbeitsaufwand. Im Jahre 1952 zu verschiedenem Zeitpunkt mit Konzentrationen von 0,05 bis 0,4 % MH vorgenommene Behandlungen bei Ligusterhecken verliefen jedoch ohne positive Ergebnisse. Offenbar wird der Stoff durch die Blätter kaum aufgenommen. Noch längere Zeit nach der Spritzung zeigten die stärker behandelten Blätter weiße Rückstände der Spritzflüssigkeit.

3. Kartoffelbau

Im Kartoffelbau sind bei den zahlreich auftretenden pilzlichen und tierischen Schädlingen mehrere Spritzungen mit Fungiziden üblich. Eine Kombination dieser mit MH würde die allgemeinen Kosten, von den Mittelkosten abgesehen, verringern.

Da nach unseren bisherigen Erfahrungen MH-Behandlungen nur nach der Blüte in Frage kommen, ist die kombinierte Anwendung mit Fungiziden nur bedingt möglich.

Direktbehandlungen von Knollen, die, wie gezeigt werden konnte, ebenfalls keimhemmende Wirkung haben, könnten in Zukunft auch eine einfache technische Lösung finden.

Der Verbraucher fordert heute vielfach gewaschene Kartoffelknollen. Sollte dies in zunehmendem Maße üblich werden, dann dürfte es nicht schwierig sein, MH-Lösungen dem Spülwasser beizugeben, um neben der sauberen Kartoffel auch eine solche zu haben, die in ihrer Aufbewahrungsstätte keine oder nur schwache Keimbildung zeigt.

4. Zuckerrübenbau

Zuckerrüben bauende Betriebe bestellen mindestens einen Teil der Rübenfläche noch im Herbst mit Wintergetreide.

Vielfach werden deshalb die Rübenfelder zeitig geräumt und die Rüben auf dem Feldrand oder im Hof bis zur Aufnahme in der Fabrik gelagert. Die dabei entstehenden zum Teil großen Zuckerverluste müssen in Kauf genommen werden. Behandlungen zur Eindämmung dieser Verluste würden daher große Bedeutung haben.

IV. Sonstige Anwendung

1. Unkrautbekämpfung

Die bisherigen Ergebnisse unserer MH-Versuche ermutigen nicht zu weiterem Einsatz bei der Unkrautbekämpfung. Wenn auch geringe Wirkungsunterschiede bei verschiedenen Pflanzenarten bestehen, kann doch von keiner ausgesprochenen Selektivität gesprochen werden. Allenfalls käme eine Anwendung bei unterschiedlichem Entwicklungsverlauf vor dem Aufgang der Kulturpflanzen oder Bodenbehandlung — gegen Quecke — in Frage.

Zu letzterem Zweck wurde MH neuerdings mehrfach in Nordamerika mit Erfolg benutzt (27, 75).

2. Bekämpfung von Krankheiten

Von anderen Autoren wurden fungizide und bakterizide Wirkungen nach MH-Anwendung beobachtet (67, 5). Wir haben bisher keine Beweise für eine systemische Wirkung des MH gegen Pilze und andere Erreger finden können. Die Ausbreitung der durch Sclerotinia sclerotiorum bei Topinamburpflanzen verursachten Krankheit wurde nicht, wie nach Anwendung von Wuchsstoffen, begünstigt (14, 15). Es konnte aber auch keine Abnahme dieser Pilzkrankheit im Zusammenhang mit MH-Behandlung festgestellt werden. Stark behandelte Sommerweizenparzellen zeigten sogar 1952 stärkeren Mehltaubefall als unbehandelte. Wahrscheinlich kann man diese Unterschiede mit dem abgeänderten Mikroklima durch den sehr geschlossen wirkenden Bestand der behandelten und nicht geschoßten Pflanzen erklären.

Bei ungünstigen Lagerungsbedingungen wurden auch Kartoffeln, Topinamburknollen, Möhrenwurzeln, Zuckerrüben und Futterrüben sowie Zwiebeln behandelter Pflanzen ebenso wie die unbehandelter durch Pilze angegriffen.

D. Zusammenfassung der Ergebnisse

Einleitend werden die allgemein interessierenden Einzelheiten der Synthese von Maleinsäurehydrazid (MH) und seiner Eigenschaften wiedergegeben und die wesentlichsten im Zusammenhang mit seiner Anwendung stehenden Probleme unter Anführung der einschlägigen Literatur erörtert. Wir gebrauchten MH, um Substanzverluste voluminöser Ernteprodukte zu verhindern, zur Steuerung der Entwicklung von Nutz- und Zierpflanzen, aus arbeitswirtschaftlichen und sonstigen Gründen.

An bisherigen Ergebnissen sind zu nennen:

1. Vor oder während der Blüte vorgenommene Pflanzenbesprühungen führten in Abhängigkeit von der angewandten Konzentration bei Kartoffeln und Topinambur zu abweichender Ausbildung oberirdischer und unterirdischer Organe und zu Ertragsdepression. Die zur Zeit der Behandlung bereits ausgebildeten Knollen blieben länger als üblich in Keimruhe. Später entstandene entwickelten sich normal.
2. Entsprechende Anwendung nach der Blüte bzw. nach Abschluß der Ausbildung der Speicherorgane beeinflußte auch bei verschiedenen Rübenarten und Zwiebeln die Pflanzen wenig und verminderte die Erträge nicht. Die Keimruhe der Knollen, Rüben, Zwiebeln so behandelter Pflanzen wurde verlängert. Zum Teil blieben die Gewichtsverluste solcher Knollen (Kartoffeln) geringer als die unbehandelter.
3. Behandlungen von Pflanzen, die schon Absterbesymptome zeigten, führten nur zu unvollkommener Keimhemmung der Knollen.
4. Direktbehandlungen von Kartoffel- und Topinamburknollen, Möhrenwurzeln sowie Futterrüben brachten ähnliche Ergebnisse.

5. Wenn auch Erfolge erzielt werden konnten, so erscheinen die bereits gesammelten Erfahrungen noch nicht ausreichend, um heute schon allgemeine Empfehlungen für die Anwendung von MH in der Praxis geben zu können.
6. In Fütterungsversuchen wurden bisher keine ungünstigen Wirkungen festgestellt. Sie müssen allerdings über längere Zeiträume fortgeführt werden, um so auch die Ungefährlichkeit MH-behandelter Produkte für den Menschen nachzuweisen.
7. MH ist offensichtlich nicht imstande, die photoperiodisch bedingte Entwicklung maßgebend zu beeinflussen. Damit sind die Erwartungen, die man insbesondere im Gartenbau hegen könnte, nicht oder nur unvollkommen zu erfüllen.
8. Salat und Spinat lassen sich unter Kurztagbedingungen in gewissen Grenzen hemmen, verlieren hierbei aber stark an Marktwert.
9. Behandlung von Sträuchern und Bäumen mit dem Ziel, den Blühtermin zu verschieben, waren bislang unbefriedigend.
   Bei Sommergerste und Sommerroggen wurde dies in gewissem Ausmaß, wenig bei Sommerweizen und nicht bei Hafer, erreicht. Bei anderen Objekten wurde dabei vorzeitiger Blütenfall oder Entwicklungsstörung beobachtet.
10. Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen durchgeführte MH-Behandlungen können in mehreren Fällen von Wert sein:
    a) Schnittarbeit auf Zierrasenflächen kann bis zu einem gewissen Grade durch Behandlungen eingespart werden. Entsprechende Einsparungen waren bei Ligusterhecken nicht zu erreichen.
    b) Geschickte Kombinationen von späten Krautfäulespritzungen und MH-Behandlungen könnten u. U. bei Konsumkartoffeln zur Kostensenkung beitragen.
11. Behandlung von Zuckerrüben läßt Vorteile in betriebswirtschaftlicher Hinsicht erkennen. Solange aber der Behandlungseffekt noch nicht genau analysiert ist, können Empfehlungen für eine Anwendung bei Rüben zur Zeit nicht gegeben werden.
12. In der Unkrautbekämpfung dürfte MH unter unseren Verhältnissen kaum größere Bedeutung erlangen.
13. Ob der Stoff in der Therapie von Pflanzenkrankheiten eingesetzt werden kann, ist weiter zu prüfen.
14. Dem Pflanzenphysiologen kann MH, wie auch an anderer Stelle gezeigt wurde, Einblick in den Ablauf verschiedener Vorgänge gewähren. An mehreren Objekten, ganz besonders bei Topinambur (Helianthus tuberosus), konnte damit eine entscheidende Entwicklungsbeeinflussung festgestellt werden. Neben Veränderungen an oberirdischen Teilen traten Abweichungen an Stolonen, Knollen und Wurzeln auf, die völlig von dem Normalbild der Sorte abwichen. Es ergeben sich so möglicherweise Einblicke in den Mechanismus der Formbildung der Pflanzen. Damit hat der Stoff auch in der Grundlagenforschung seine Bedeutung.

Die Erkenntnisse anderer Autoren und die aus unseren Versuchen ableitbaren Folgerungen lassen sich in der nachstehend wiedergegebenen Arbeitshypothese zusammenfassen: MH übt eine starke Hemmung auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen aus. Die Wirkung beruht vermutlich auf einer starken Inhibierung der Stoffwechselprozesse, der Atmung, bzw. Inaktivierung oder Zerstörung der natürlichen Wuchsstoffe.

Wir danken Frau Dipl.-Landw. U. Tietjen für ihre wertvolle Mitarbeit.

Aufnahmen: Bildstelle FAL Braunschweig-Völkenrode.

Literatur

1. Åberg B., On the interaction of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid and maleic hydrazide with auxins. Physiol. Plantarum, **6** (1953), 277—291.
2. Andreae, W. A., and R. A. Shirley, Studies on indoleacetic acid metabolism. I. The effect of methyl umbelliferone, maleic hydrazide, and 2,4 D on indoleacetic acid oxidation. Canad. J. Bot., **31** (1953), 426—437.
3. Audus, L. J., Plant growth substances. London 1953
4. Ciferri, R., Prime prove circa l'impiego dell' idrazide maleica nella conservazione delle barbabietole. Industr. Saccar. Ital., **46** (1953), 186—187.
5. —, Inhibizione della germogliazione di tuberi di patata e bulbi di cipolla a mezzo dell'idrazide maleica. Atti Ist. bot. ecc. Pavia, Ser. 5, **10** (1953), 155—159. Ref.: Ber. wiss. Biol., **88** (1954), 140.
6. Compton, W., The effects of maleic hydrazide on growth and cell division in Pisum sativum. Bull. Torrey bot. Club, **79** (1952), 205—211.
7. Crafts, A. S., Herbicides. Ann. Rev. Plant Physiol., **4** (1953), 253 bis 282.
8. —, H. B. Currier, and B. E. Day, Response of several crop plants and weeds to maleic hydrazide. Hilgardia, **20** (1950), 57—80.
9. Currier, H. B., and A. S. Crafts, Maleic hydrazide, a selective herbicide. Science, **111** (1950), 152—153.
10. —, B. E. Day, and A. S. Crafts, Some effects of maleic hydrazide on plants. Bot. Gaz., **112** (1951), 272—280.
11. Ergle, D. R., and W. J. McIlrath, Response of the cotton plant to late and localized applications of maleic hydrazide. Bot. Gaz., **114** (1952), 114—122.
12. Erickson, L. C., and C. Price, Some effects of maleic hydrazide on sugar beet plants. Amer. J. Bot., **37** (1950), 657—659.
13. —, B. L. Brannaman, H. Z. Hield, and M. D. Miller, Responses of orange and grapefruit trees to maleic hydrazide. Bot. Gaz., **114** (1952), 122—130.
14. Fischnich, O., und C. Pätzold, Entwicklungsbeeinflussung der Topinambur (Helianthus tuberosus L.) durch Wuchsstoffe. Beitr. Biol. Pfl., **30** (1954), 257—273.
15. — —, Entwicklungsbeeinflussung der Topinambur durch Maleinsaurehydrazid. Beitr. Biol. Pfl., **30** (1954), 327—342.

16. — —, Wachstums- und Entwicklungsbeeinflussung der Kartoffel durch den Hemmstoff Maleinsäurehydrazid. Angew. Bot., **28** (1954), 41—52.

17. Foersterling, H. A., Über die Einwirkung von Hydrazinhydrat auf Phthalsäure- und Maleinsäureanhydrid. J. Prakt. Cehm., **51** (1895), 371—398.

18. Franklin, E. W., and N. R. Thompson, Some effects of maleic hydrazide on stored potatoes. Amer. Potato J., **30** (1953), 289—295.

19. Gautheret, R. I., et R. Longchamp, I. Dubourg, et R. Saunier, Nouvelle contribution à l'étude de la conservation des betteraves à sucre traitées par l'hydrazide maléique. Sucrerie Française, **95** (1954), 59—63.

20. Greulach, V. A., The effect of maleic hydrazide. Plant Physiol., **26** (1951), 848—852.

21. —, Notes on the starch metabolism of plants treated with maleic hydrazide. Bot. Gaz., **114** (1952), 480—481.

22. —, and E. Atchison, Inhibition of mitosis in bean buds by maleic hydrazide. Bot. Gaz., **114** (1953), 478—479.

23. Guttenberg, H. von, Wachstum und Bewegung. Fortschr. d. Bot., **15** (1954), 377—399.

24. Hall, W. C., G. B. Truchelut, and H. C. Lane, Studies on chemical defoliation and regrowth inhibition of cotton. 50th Proc. Ass. South. Agric. Workers, New Orleans (1953), 175—176. Ref.: Field Crop Abstr., **7** (1954), 36.

25. Highlands, M. E., Reducing sugar content of maine-grown potatoes treated with maleic hydrazide. Amer. Potato J., **29** (1952), 225—227.

26. Hoagland, A. R., F. C. Elliot, and L. W. Rasmussen, Some histological and morphological effects of maleic hydrazide on a spring wheat. Agron. J., **45** (1953), 468—472.

27. Hoffmann, O. L., and E. P. Sylvester, Comments: On quack grass control with maleic hydrazide. Weeds, **2** (1953), 66—67.

28. Isenberg, F. M. R., M. L. Odland, H. W. Popp, and C. O. Jensen, The effect of maleic hydrazide on certain dehydrogenases in tissues of onion plants. Science, **113** (1951), 58—60.

29. Josephson, L. M., Effect of maleic hydrazide in delaying flowering in corn. Agron. J., **43** (1951), 404—405.

30. Kennedy, E. J., and O. Smith, Response of the potato to field application of maleic hydrazide. Amer. Potato J., **28** (1951), 701—712.

31. — —, Response of seven varieties of potatoes to foliar applications of maleic hydrazide. Proc. Amer. Soc. Horticuet, Sci., **61** (1953), 395—403.

32. Klein, W. H., and A. C. Leopold, The effects of maleic hydrazide on flower initiation. Plant Physiol., **28** (1953), 293—298.

33. Knowles, G., Selective control of wild oats in cereal crops by maleic hydrazide. Canad. J. Agric. Sci., **33** (1953), 402.

34. Laibach, F., und O. Fischnich, Pflanzen-Wuchsstoffe in ihrer Bedeutung für Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft. Stuttgart 1950.

35. Lang, A., Entwicklungsphysiologie. Fortschritte d. Bot., **15** (1954), 400—475.

36. Leopold, A. C., and W. H. Klein, Maleic Hydrazide as an Anti-auxin in Plants. Science **114** (1951) 9—10.

37. Levi, E., and A. S. Crafts, Toxicity of maleic hydrazide in California soils. Hilgardia, **21** (1952), 431—463.

38. Linser, H., Chemische Konstitution und Zellstreckungswirkung verschiedener Stoffe. Monatshefte f. Chemie, **85** (1954), 196—226.

39. Marshall, E. R., and O. Smith, Maleic hydrazide as a sprout inhibitor for potatoes. Bot. Gaz., **112** (1951), 329—330.

40. Mikkelsen, D. S., R. B. Griffith, and D. Ririe, Sugar beet response to maleic hydrazide treatment. Agron. J., **44** (1952), 533—538.

41. Moore, R. H., Several effects of maleic hydrazide on plants. Science, **112** (1950), 52—53.

42. Naylor, A. W., and E. A. Davis, Maleic hydrazide as a plant growth inhibitor. Bot. Gaz., **112** (1950), 112—126.

43. Nickel, L. G., Effect of maleic hydrazide on normal and atypical growth of Rumex acetosa. Amer. J. Bot., **40** (1953), 1—3.

44. Paterson, D. R., Some effects of foliar sprays of maleic hydrazide on the post-harvest physiology of potatoes, onions and certain root crops. Diss. Michigan State Coll., 1952. Ref.: Biol. Abstr., **28** (1954), 924.

45. —, G. W. Adriance, H. T. Blackhurst, and H. C. Mohr, Maleic hydrazide as a sprout inhibitor for sweetpotatoes. Science, **119** (1954), 507—508.

46. —, S. H. Wittwer, L. E. Weller, and H. M. Sell, The effect of preharvest foliar sprays of maleic hydrazide on sprout inhibition and storage quality of potatoes. Plant Physiol., **27** (1952), 135—142.

47. Pätzold, C., Forschungsarbeit an der Topinambur. Landbauforsch., **3** (1953), 44—45.

48. —, Krankheiten und Schädlinge der Topinambur. Z. Pflanzenschutz, **5** (1953), 139—143.

49. Petersen, E. L., Controlling tobacco sucker growth with maleic hydrazide. Agron. J., **44** (1952), 332—334.

50. Peto, F. H., W. G. Smith and F. R. Low, Effects of preharvest sprays of maleic hydrazide on sugar beets. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol., (1952), 101—107.

51. Pohl, R., Das Wuchsstoff-Hemmstoffproblem der höheren Pflanze. Die Naturwissenschaften, **39** (1952), 1—8.

52. Rehm, S., Male sterile plants by chemical treatment. Nature, **170** (1952), 38—39.

53. Rogers, W. S., General review of research work. I. Pomology. In: Annual report, 1952. East Malling Res. Stat., (1953), 24.

54. Ririe, D., D. S. Mikkelsen and R. S. Baskett, The effects of maleic hydrazide and 2,4 D on sugar beet growth and sugar content in certain field experiments. Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Technol., (1952), 86—89. Ref.: Field Crop Abstr., **6** (1953), 252.

55. Schoene, D. L., and O. L. Hoffmann, Maleic hydrazide, a unique growth regulant. Science, **109** (1949), 588—590.

56. Scoog, F., Plant growth substances. Univ. Wisconsin Press, 1951.

57. Smock, R. M., J. L. Edgerton and M. B. Hoffman, Inhibition of the ripening effect of certain auxins on apples with maleic hydrazide. Proc. Amer. Soc. Horticult. Sci., **60** (1952), 184—192.
58. Söding, H., Wuchsstofflehre. Stuttgart 1952.
59. Sothwick, F. W. and W. H. Lachman, The effect of maleic hydrazide and water on the rate of respiration of harvested tomato fruits. Proc. Amer. Soc. Horticult. Sci., **61** (1953), 388—394.
60. Struckmeyer, E., The effect of maleic hydrazide on the anatomical structure of croft easter lilies. Amer. J. Bot., **40** (1953), 25—29.
61. Ts'o, P., and G. P. Steinbauer, Effect of maleic hydrazide on auxin — induced water uptake by pea stem segments. Science, **118** (1953), 193—194.
62. Veldstra, H., The relation of chemical structure to biological activity in growth substances. Ann. Rev. Plant Physiol., **4** (1953), 151—198.
63. Warren, I. C. R., and D. R. Bronson, Maleic hydrazide and other chemicals for the control of wild oats in grain. In: Proc. Fifth Meeting, East. Sect. National Weed Comm. Nov. 1951, Quebec (1952), 67—72.
64. Watson, D. P., Retardation in cell development in leaf and flower buds of Phaseolus vulgaris L. from foliar applications of maleic hydrazide. Bull. Torrey bot. Club, **79** (1952), 235—241.
65. Wenzl, H., Versuche über die Verminderung der Lagerungsverluste bei Zuckerrübe durch Maleinhydrazid. Zucker, **7** (1954), 71—73.
66. White, D. G., Blossoming of fruits delayed by maleic hydrazide. Science, **111** (1950), 303.
67. —, Agricultural uses for maleic hydrazide. Agricult. Chemicals, **7** (1952), 40—43 u. 111.
68. —, Promotion of red color of apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., **61** (1953), 180—184.
69. Wittwer, S. H., and C. M. Hansen, The reduction of storage losses in sugar beets by preharvest foliage sprays of maleic hydrazide. Agron. J., **43** (1951), 340—341.
70. — —, Maleic hydrazide spray reduces beet storage losses. Sugar, **46** (1951), 44 u. 46.
71. — —, Some effects of preharvest foliage sprays of maleic hydrazide on the sugar content and storage losses of sugar beets. Proc. Amer. Soc. Sug. Beet Technol., (1952), 90—94. Ref.: Field Crop. Abstr., **6** (1953), 254.
72. — and R. C. Sharma. The control of storage sprouting in onions by preharvest foliage sprays of maleic hydrazide. Science, **112** (1950). 597—598.
73. — —, L. E. Weller, and H. M. Sell, The effect of preharvest foliage sprays of certain growth regulators on sprout inhibition and storage quality of carots and onions. Plant Physiol., **25** (1950), 539—549.
74. Zukel, J. W., Temporary gras inhibition with maleic hydrazide. Agric. Chemicals, **8** (1953), 45—47 und 143.

Nach Fertigstellung des Manuskriptes konnten wir noch folgende Arbeit einsehen:

75. Lougheed, A. W., Present Status of Maleic Hydrazide. Proc. Seventh Meeting East. Sect. Nat. Weed Comm. Oct. 1953, Kemptville, Ontario (1954).

ten stellen wir jedoch bei den Hochzuchten gegenüber den Ausgangsformen Nachteile, ja Störungen fest, z. B. eine verminderte Resistenz gegenüber parasitären und nichtparasitären Krankheiten. Zu dem gleichen Effekt kann übrigens auch eine „Domestifikation" führen, wenn wir daran denken, daß die Wildhefen autotroph für Bioswuchsstoffe sind, die Kulturhefen aber auxo-heterotroph. Derartige Entwicklungsstörungen müssen jedoch nach unserer bisherigen Erkenntnis allgemein durch einen genphysiologisch bedingten Wuchsstoffausfall erklärt werden. (Weitere Beispiele für Zusammenhänge zwischen Gen- und Entwicklungsphysiologie finden sich bei Söding [1952] S. 53 f.)

Entwicklungsstörungen, wie sie sich aus einer Verminderung der Krankheitsresistenz ergeben, können nun folgendermaßen behoben werden: Entweder kultiviert man die betreffenden Pflanzen steril, d. h. man tötet die Krankheitserreger durch Pflanzenschutzmittel — also Gifte — ab. Oder man versucht, wie z. B. in der Kartoffel- und Tomatenzüchtung, durch eine Rückmutation oder ein Einkreuzen des betreffenden Gens aus resistenten Wildformen zum Ziel zu kommen. Ein dritter Weg wäre der, daß man die in ihrer Resistenz verminderten Kulturpflanzen künstlich mit den betreffenden Genprodukten versorgt, die W. R. hier also entsprechend den Vitaminen in der Humanmedizin als echte Heilmittel anwendet.

Fälle, in denen der Biologe in diesem Sinn als „Pflanzenarzt" aufgetreten ist, sind bisher nur in einzelnen Fällen bekannt. Ich möchte aber doch auf die wenn auch evtl. nicht völlig hierher gehörenden Ergebnisse von Hassebrauk (1952) und v. Witsch (1953) hinweisen, die zeigen, daß man nicht-resistente Weizensorten bei einer Gewächshauskultur durch eine Spritzung mit bestimmten Sulfonamiden oder 2,4—D gegenüber Rostpilzen weitgehend zu immunisieren vermag. Diese Ergebnisse glaube ich durch eigene Feldversuche mit Tomaten nach einer Behandlung mit anderen W. R. sinngemäß voll bestätigen zu können. Den bündigsten Beweis für die Möglichkeit einer derartigen Wuchsstoffbehandlung geben jedoch Davis und Dimond (1953), indem sie zeigen, daß Tomaten gegen die Fusarium-Welke durch eine Behandlung mit β-Indolylessigsäure, α-Naphthylessigsäure, 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure und anderen Stoffen praktisch immunisiert werden können, diese Chemotherapeutica jedoch keine fungizide Wirkung in vitro besitzen.

Naturgemäß können wir bisher zur Anwendung der W. R. als Gen-Ersatz in diesem Sinn noch keine planmäßigen Untersuchungen erwarten, höchstens vorerst einige Zufallsergebnisse. Sicher wird uns jedoch die Biochemie bald weitere Hinweise und Hilfsmittel geben, um in dieser Richtung experimentell weiterarbeiten zu können. Doch vordem sollte uns aus dem Gesagten schon jetzt die auch für andere Gebiete der Wuchsstoffanwendung gültige Erkenntnis selbstverständlich sein, daß eine künstliche Versorgung mit W. R., die bei einer Kultursorte eine Entwicklungsförderung auslöst, nicht gleich günstig bei einer an-

deren Sorte zu wirken braucht, wenn diese für den betreffenden Stoff im Gegensatz zur ersten auxo-autotroph ist.

Auf ein anderes Anwendungsgebiet der W. R. möchte ich hier hinweisen: Nach unseren heutigen Anschauungen wird der Übergang von einer Entwicklungsphase zu der nächstfolgenden durch eine Veränderung im Wuchsstoffspiegel oder durch das Unwirksamwerden des einen und das Wirksamwerden eines neuen Wuchsstoffes ausgelöst. So können wir z. B. den Entwicklungsablauf einer 2jährigen Pflanze abkürzen und sie bereits im ersten Kulturjahr zur Blüte bringen, wenn wir sie im Pfropfversuch mit dem Blühhormon versorgen, das auf Grund der genetischen Struktur dieser 2jährigen erst nach der Kälteeinwirkung entsteht. Umgekehrt muß aber auch eine Entwicklungsphase verlängert werden, wenn wir in das betreffende Organ den Wuchsstoff künstlich hineinbringen, der dem Entwicklungsrhythmus entsprechend nun verschwindet oder unwirksam wird. In dieser Weise läßt sich wohl am besten die Verhinderung des vorzeitigen Obstabfalls nach einer Spritzung der Früchte mit dem Obstbaumpräparat „24 a" erklären. Entsprechend wären die für die gärtnerische Praxis wichtigen Fragen der Verhinderung des Blütenabfalls, der Verlängerung der Ruheperiode, des Frühtreibens, der Keimungsbeschleunigung usw. zu diskutieren. —

Bisher besprachen wir die W. R. als Produkte der Gene, d. h. der Erbanlagen. Damit jedoch diese Potenzen verwirklicht werden, sind Realisatoren, also bestimmte Umweltfaktoren, notwendig. Dementsprechend können die Genprodukte selbst bei vorhandenen Erbanlagen nur unter bestimmten Umweltbedingungen entstehen. Bei den Wildpflanzen mögen am natürlichen Standort alle erforderlichen Realisatoren ebenso gegeben sein, wie wir es vordem für die Erbanlagen annahmen. Blieben diese beiden Voraussetzungen nämlich unerfüllt, so wären die Pflanzen an dem Standort durch den natürlichen Konkurrenzkampf längst ausgeschieden. Nehmen wir die Pflanzen jedoch aus der natürlichen Umgebung heraus und wenden bestimmte Kulturmaßnahmen an, so werden sich auch wichtige Veränderungen für die Realisatoren und damit neue Möglichkeiten für eine Veränderung im Zusammenspiel der W. R. ergeben.

Stellen wir doch einmal zusammen, welche Umweltfaktoren bei unseren Kulturpflanzen gegenüber den Wildpflanzen abgewandelt werden: Am natürlichen Standort stehen verschiedene Arten in einer bestimmten Kombination beisammen, die durch pflanzensoziologische Untersuchungen für jeden Standort gekennzeichnet ist. Da nun jede Art spezifische Stoffe in den Boden ausscheidet, ist in dem Bereich der Wurzeln ein ganz bestimmtes Gemisch von oft physiologisch sehr aktiven Stoffen gegeben. Bei der für unsere Kulturpflanzen typischen Monokultur entwickelt sich das Wurzelsystem jedoch nur in dem Wirkungsbereich der eigenen Wurzelausscheidung, während die der natürlichen Pflanzengesellschaft fehlt. Es ist daher durchaus verständlich, wenn bereits mehrere Anzeichen dafür vorliegen, daß die Entwicklung der einen Pflanze durch die der anderen beeinflußt wird (Knapp, Lins-

kens, 1952). Aus diesem Grunde wird heute in der Landwirtschaft nicht mehr die vollständige Bekämpfung der Unkräuter auf unseren Feldern propagiert. (Beachte auch in diesem Zusammenhang das Problem der Bodenmüdigkeit.) Im gleichen Zusammenhang wird auch das jetzt endlich eingehender bearbeitete Gebiet der Mykorrhiza (Winter, Birgel, 1943) und das der Bodenbakterien (vgl. Schaffnit, Neumann, 1953) wichtig werden. Daß weiter die Mineraldüngung, die wir in der Art und in dem Ausmaß als einen neuen Umweltfaktor zu bezeichnen haben, den Wirkstoffgehalt der Pflanzen beeinflußt, ist bereits mehrmals nachgewiesen worden. (Vgl. Pfaff, 1953). Entwicklungsphysiologisch wird es sich wahrscheinlich auch auswirken, ob eine Pflanze dem ständigen Wechsel von Regen und Trockenheit ausgesetzt ist oder ob sie sich — wie vor allem bei den gärtnerischen Gewächshaus-Kulturen — in einer etwa gleichbleibenden Feuchtigkeit entwickelt. Bei einem ständigen Wechsel der Hydratur und damit des Quellungsgrades des Plasmas wird der durch die Enzyme geleitete Stoffwechsel andersartig verlaufen als bei einer gleichbleibenden Hydratur. Es liegen aber bereits genügend Erfahrungen vor, die auf die Bedeutung des Quellungsgrades des Plasmas für den Stoffwechsel und damit für die entwicklungsphysiologischen Eigenschaften hinweisen (Kälte-Trocken-Resistenz.). Ebenfalls ist der Wärmefaktor, vor allem der tägliche Temperaturrhythmus — wie die neuen Untersuchungen von Went (1953) zeigen — entwicklungsphysiologisch, also auch wohl wirkstoffphysiologisch wichtiger als wir bisher ahnten.

In meinen eigenen Untersuchungen interessiert mich z. Z. vor allem der Umweltfaktor „Licht", und zwar zunächst weniger die Lichtquantität als die -qualität, ein Faktor, der für die Gewächshauskulturen besonders bedeutungsvoll ist. Denn einerseits absorbiert das Gewächshausglas einen erheblichen Teil des natürlichen Tageslichtes, andererseits hat sich aber auch im Gewächshaus für viele gärtnerische Kulturen eine zusätzliche Gewächshausbeleuchtung als notwendig herausgestellt.

Meine ersten Versuche dieser Art zeigten nun, daß die Synthese verschiedener Wirkstoffe im gleichen Maße von der Wellenlänge des Lichtes (Ruge, 1953 a, b) abhängig ist, wie wir es von der CO_2-Assimilation her kennen. Dementsprechend stellen wir fest, daß während der Anzucht von Pflanzen bei ausschließlich künstlicher Beleuchtung unter bestimmten Lampen Entwicklungsstörungen auf Grund eines Wuchsstoffmangels auftreten können. Mit der Möglichkeit ähnlicher Störungen müssen wir aber auch rechnen, wenn durch die Absorption des Gewächshausglases und der Schattierfarben oder durch die Emission der Lampen unseren Gewächshauspflanzen bestimmte Spektralbereiche des Lichtes fehlen. — Ebenso wie der Faktor Licht müßten auch die anderen Wachstumsfaktoren in ihrer Bedeutung für die Wuchsstoffsynthese untersucht werden. Nach diesen Erkenntnissen sind dann nach Möglichkeit die gärtnerischen Kulturmethoden abzuwandeln oder — ist dies nicht möglich — die Kulturen mit den W. R. künstlich zu versorgen.

Zusammenfassend können wir also zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen sagen, daß viele W. R. Genprodukte darstellen, die in den Organismen in Abhängigkeit von den Erbanlagen und den Umweltfaktoren entstehen und dadurch zur Wirkung kommen, daß sie in Form von Fermenten spezifische Stoffwechsel- und damit Entwicklungsprozesse steuern. Die Anwendung dieser W. R. in der gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Praxis hat dort Sinn, wo die genuine Synthese dieser Stoffe auf Grund eines Genausfalls oder fehlender Realisatoren gestört ist oder dort, wo wir eine Entwicklungsphase künstlich verkürzen bzw. verlängern wollen. —

Sprachen wir bisher von W. R., so waren stets die Genprodukte — z. B. Vitamine — gemeint. Nun wird aber eine Entwicklungsänderung auch durch nicht körpereigene Stoffe bedingt, die wir — auch aus anderen Gründen — zu den W. R. zählen müssen. Wie uns das Beispiel der β-Indolylessigsäure zeigt, mag die Möglichkeit bestehen, daß einige Stoffe dieser Art später noch als genuine Produkte angesehen werden. Für die meisten dieser Stoffe werden wir diesen Nachweis jedoch nie führen können, und es erhebt sich die Frage, wie sie dennoch zur Wirkung kommen. Nehmen wir das Beispiel der Sulfonamide, so ist hier der Anschluß an die Genphysiologie noch relativ leicht zu finden. Wir wissen nämlich, daß diese Stoffe sich auf Grund der homologen Struktur an Stelle der p-Aminobenzoesäure anlagern und somit den Aufbau der für die Bakterien lebensnotwendigen Folsäure unmöglich machen, also ein Absterben der Bakterien bedingen. Bei den meisten körperfremden Wirkstoffen ist jedoch nach einer anderen Wirkungsweise zu suchen, was auch aus der Tatsache notwendig wird, daß wir hier die Beziehung „ein Wuchsstoff, eine Funktion“ nicht wiederfinden. So ist die 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure z. B. nicht nur ein sehr bewährtes Unkrautbekämpfungsmittel, sondern bringt bei richtiger Dosierung die Ananas (van Overbeek, 1946) und nach eigenen Versuchen auch andere Bromeliaceen 8—14 Tage nach der Anwendung zur Blüte und verzögert schließlich das Abfallen der Blütenblätter und Blüten z. T. recht erheblich. Schließlich sahen wir bereits, daß nach den Untersuchungen von v. Witsch (1953) Weizen durch eine Behandlung mit 2,4-D gegenüber Rostpilzen weitgehend immunisiert werden kann.

Diese Stoffe haben also keine spezifische Wirkung, auch wird der Reaktionsmechanismus hier sehr verschieden ablaufen. Übereinstimmend scheint mir jedoch zu sein, daß alle diese Stoffe plasmatische Eigenschaften der Zelle — direkt oder indirekt — verändern. Dies kann sich auf die Acidität, das Redoxpotential, die Viscosität, Hydratur oder Permeabilität beziehen. Stets wird dadurch aber das Substrat bzw. das Milieu in physiologisch-chemisch wichtigen Eigenschaften verändert und damit die Reaktionsweise der Fermente, also auch die Entwicklung abgewandelt. Die praktische Bedeutung dieser W. R., die wir wohl am besten unter der Bezeichnung „Plasmareizstoffe“ von den eingangs besprochenen Genprodukten abtrennen, wird durch diese Feststellung aber keineswegs eingeengt. Um diese Stoffe jedoch in der biologischen

Praxis planmäßig einsetzen zu können, ist es erforderlich, durch vielseitige Untersuchungen einerseits klarzustellen, in welcher Weise sie auf die Zellen einwirken, und andererseits, auf welchen zellphysiologischen Grundlagen verschiedene entwicklungsphysiologische Erscheinungen beruhen. Leider fehlen auch auf diesen Gebieten noch sehr viele Untersuchungen.

Literatur

Bonner, J., and Wildman, Growth, **11**, 51 (1947).

Davis, D., and A. E. Dimond, Phytopathology, **43**, 137—140 (1953).

Hassebrauk, K., Phytopathologische Zeitschr., **19**, 56 (1952).

Knapp, R., und H. F. Linskens, Biol. Zentralbl., **71**, 561—585 (1952).

Marquardt, H., Fortschr. d. Bot., **14**, 365 (1953).

Overbeek, J. van, Bot. Gaz., **108**, 64 (1946).

Pfaff, C., Mitt. Lebensmittelunters., **44**, 140—153 (1953). Ref.: Ber. wiss. Biol., **87**, 263 (1954).

Ruge, U., Ber. dtsch. bot. Ges., **65**, 338—340 (1953 a).

—, Naturwiss., **40**, 225 (1953 b).

Schaffnit, E., und P. Neumann, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz, **60**, 434—449 (1953).

Söding, H., Die Wuchsstofflehre. G. Thieme, Stuttgart (1952).

Went, F. W., Ann. Review Plant Physiol., **4**, (1953).

Winter, A. G., G. Birgel, Naturwiss., **40**, 393 (1953).

v. Witsch, H., H. Kasperlik, Naturwiss., **40**, 294 (1953).

Aus dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung
Abteilung für Pflanzenbau und Züchtungsbiologie
(Direktor: Professor Dr. A. Scheibe)

Die Auslösung von Mutationen durch Röntgenbestrahlung ruhender Samen von *Trifolium pratense*

(mit 22 Abbildungen)

Von

Angelika Bruns

I. Einleitung

Der Rotklee ist bekanntlich typischer Fremdbefruchter und als solcher weitgehend selbststeril. Die Bestäubung seiner Blütenstände wird vornehmlich von Hummeln durchgeführt. Guter Samenansatz ist jedoch beim ersten Rotkleeschnitt häufig in Frage gestellt, weil unter den bei uns herrschenden klimatischen Bedingungen nur einzelne begattete Hum-

melköniginnen überwintern. Reicher Hummelbesuch der Rotkleebestände kann erst eintreten, wenn die neue Hummelgeneration flugfähig ist. Das ist in der Regel erst nach dem ersten Schnitt der Fall, so daß der Samenansatz bei *Trifolium pratense* nur gering ist. Bienen sind zur Bestäubung der Rotkleepflanzen im allgemeinen nicht in der Lage, da sie infolge ihres kurzen Rüssels nur schwer an den Nektarspiegel der Blütenröhre gelangen können. Nach Götze (8) erreichen die einheimischen Bienen eine Rüssellänge von nur 6—7 mm, während die Kronenröhren unserer Ackerrotkleeformen zwischen 9 und 10 mm lang sind. Die Variabilitätskurven der Rüssellängen der Bienen und der Röhrenlänge des Rotklees zeigen folglich nicht die für den Landwirt und Imker wünschenswerte Übereinstimmung.

Zwischen Bienenbeflug und Nektarabsonderung des Rotklees besteht insofern ein Zusammenhang, als bei hoher Temperatur sowie ausreichender Boden- und Luftfeuchtigkeit eine reichliche Nektarabsonderung in den Kleeblüten zustandekommt (8, 20). Der Nektarspiegel steigt an und ermöglicht dadurch auch für die Bienen einen ertragreichen Rotkleebesuch. Da diese günstigen Voraussetzungen nicht immer erfüllt sind, muß nach neuen Wegen gesucht werden, um die Bestäubung der Rotkleebestände zu sichern. Als besonders erstrebenswert müssen dabei Maßnahmen angesehen werden, die den Einsatz von Bienen in großem Umfang zulassen und die eine Verknüpfung von hohem Samenansatz und reicher Nektartracht ermöglichen. Dieses Ziel kann grundsätzlich auf zwei verschiedenen Wegen erreicht werden. Man kann einerseits versuchen, Bienenrassen mit längerem Rüssel zu züchten oder aber man strebt als Zuchtziel Rotkleeblüten mit kurzer Kronenröhre an.

Beide Wege wurden in den letzten Jahrzehnten züchterisch beschritten. Es sind heute bereits einige südeuropäische Bienenrassen bekannt, unter ihnen vor allem die Krainer-Biene, deren Rüssellänge bei 7—8 mm liegt. Sie reicht jedoch für die Bestäubung normaler Rotkleeformen noch nicht aus. Andererseits lag im Lindhardschen „Bienenklee“ eine Form von *Trifolium pratense* vor, deren Kronenröhre so stark verkürzt war, daß sie eine Bienenbestäubung zuließ. Die von Lindhard (20) gezüchteten Rotkleeformen sind jedoch heute nicht mehr verfügbar, so daß es notwendig erscheint, dieses Zuchtziel erneut aufzugreifen und evtl. mit völlig neuartigen Methoden zu bearbeiten.

Von diesen Überlegungen ausgehend wurden umfangreiche Versuche mit Röntgenstrahlen an Rotkleesamen durchgeführt. Das Ziel dieser Bestrahlungen lag darin, im Bereich der wirkungsvollsten Röntgendosis eine möglichst große Anzahl von Mutanten zu erzeugen, die auf ihre landwirtschaftlich nutzbaren neuen Eigenschaften ausgelesen werden sollten. Wenn es auch kaum zu erwarten war, daß viele erwünschte Mutanten im Rahmen dieser Versuchsserien auftreten, so bestand doch die Möglichkeit, daß bei Verwendung eines umfangreichen Materials bestimmte Mutanten in geringer Anzahl in Erscheinung treten, die im Sinne der landwirtschaftlichen Nutzung als Positiv-Mutanten anzusprechen sind. Hierzu gehören auch solche Genotypen, die eine Bestäubung

der Rotkleeblüten durch Bienen erleichtern. Es muß als ein zunächst nicht erwarteter Zufall bezeichnet werden, daß in der X_2-Generation der vorliegenden Röntgenversuche tatsächlich eine Mutante auftrat, die sich durch besondere Kurzröhrigkeit auszeichnete und die damit hinsichtlich ihres Blütenbaues dem Lindhardschen „Bienenklee" weitgehend entspricht. Diese experimentell erzeugte kurzröhrige Mutante kann mithin als Ausgangsform für eine weitere züchterische Arbeit verwendet werden.

II. Material und Methode

Es wurde Samenmaterial eines züchterisch langjährig bearbeiteten Stamms von „Lembkes Rotklee" mit Röntgenstrahlen verschiedener Dosen behandelt. Die ersten Bestrahlungen wurden im Sommer 1951 an 15 Samenproben mit Dosen von 1000 bis 25 000 r in Intervallen von 1000 bis 1500 r vorgenommen. Etwa 1400 bestrahlte Samen jeder Probe und eine unbehandelte Kontrollprobe wurden in Pikierkästen ausgelegt und die daraus gezogenen Pflanzen parzellenweise im Reihenabstand 40×40 auf dem Feld aufgezogen.

Die Auswertung der ersten Bestrahlungsserie ergab, daß die angewandten Röntgendosen noch kaum sichtbare Effekte am bestrahlten Material hervorgerufen hatten. Es waren daher weitere Bestrahlungen notwendig. Im Winter 1951/52 wurden erneut 13 Samenproben des gleichen Rotkleestammes mit Dosen von 27 500 bis 100 000 r bestrahlt. Sie wurden im darauffolgenden Sommer zur Aufzucht gebracht. Im Herbst 1952 wurden schließlich noch 2 weitere Proben mit 150 000 r und 200 000 r bestrahlt.

Bereits in der X_1-Generation des bestrahlten Materials zeigten sich an einigen Pflanzen habituelle Veränderungen. Ein Teil dieser offenbar durch den Einfluß der Röntgenstrahlen geschädigten Individuen wurde von Hand geselbstet, um Samenmaterial für eine X_2-Generation zu erhalten. Die Selbstung erfolgte in der Weise, daß die Einzelblüten der Köpfchen beim Aufblühen mit einer Nadel geöffnet wurden, so daß der bei einigen Leguminosen bekannte blütenbiologische Vorgang der „Explosionsauslösung" (Hochschnellen der Geschlechtssäule) auf mechanischem Wege herbeigeführt wurde.

Da der Rotklee typischer Fremdbefruchter ist, wurden darüber hinaus X_1-Pflanzen mit Hilfe von Drahtkäfigen isoliert. Diesen Pflanzen wurden in regelmäßigen Abständen Hummeln zugesetzt, um auf natürlichem Wege Befruchtung herbeizuführen. Die hierfür benötigten Hummeln wurden stets auf rotkleefreien Beständen — zumeist Brassicaceen — eingefangen.

Von 172 isolierten Einzelpflanzen wurden als Ergebnis der Hummelbestäubung 1431 vollausgebildete Samen geerntet. Die Selbstungen von Hand an 312 Blütenköpfchen erbrachten 39 Samen. Aus diesem Samenmaterial wurde im Sommer 1953 eine X_2-Generation aufgezogen und auf ihren Mutanten-Anteil ausgewertet.

Die Bestrahlungen wurden im Radiologischen Institut der Universität Freiburg durchgeführt. Herrn Professor Dr. Langendorff sei an dieser Stelle für sein freundliches Entgegenkommen und seine tatkräftige Unterstützung herzlichst gedankt.

Die Strahlungsbedingungen waren die folgenden:

Röntgendosen von 1 000 bis 25 000 r: Heliophosp. App. 6 mA; 107 kV; Filter 2,5 mm Al; Abstand vom Röhrenfokus: 9 cm; 450 r/min; HWS: 3,5 Al.

Röntgendosen von 27 500 bis 100 000 r: 20 mA; 150 kV; Filter 0,5 mm Cu; Abstand vom Röhrenfokus: 11 cm; 1087 r/min.
Röntgendosen von 150 000 bis 200 000 r: HWS: 0,73 Al; 2140 r/min.

III. Empirischer Teil

1. Keimwerte und Überlebenswerte bestrahlter Rotkleesamen

Seit langem ist bekannt, daß lufttrockene Samen gegenüber der Einwirkung von Röntgenstrahlen erheblich resistenter sind als angekeimte Samen oder als andere, physiologisch aktive Pflanzenorgane. Das erste Ziel der Arbeit lag infolgedessen darin, den Grad der Strahlenempfindlichkeit trockener Rotkleesamen festzustellen und die Letaldosis für *Trifolium pratense* zu ermitteln. Diese Untersuchungen wurden in zweierlei Weise durchgeführt.

Es wurden zunächst Keimversuche am bestrahlten Material im Laboratorium vorgenommen, um durch Festlegung der Keimprozente die Schädigungen zu erfassen, die sich bereits zu Beginn der Entwicklung der Pflanze zeigten. Darüber hinaus wurden im Feldversuch in Anlehnung an die Untersuchungsweise von Freisleben und Lein (5) die „Überlebenswerte" des bestrahlten Materials ermittelt. Es wurden also auch diejenigen Schädigungen erfaßt, die im Keimversuch nicht in Erscheinung treten, sondern sich erst in späteren ontogenetischen Entwicklungsstadien letal auswirken.

Es seien zunächst die Keimversuche besprochen. Das im Sommer 1951 und im Winter 1951/52 bestrahlte Samenmaterial wurde unmittelbar nach der Bestrahlung auf seine Keimfähigkeit untersucht. Die gleichen Versuche wurden am selben Material ein bzw. zwei Jahre nach der Bestrahlung wiederholt. Dabei wurden je Strahlendosis 100 Samen in Petrischalen auf feuchtem Filtrierpapier angekeimt. Die Keimtemperaturen lagen bei den einzelnen Serien zwischen 15° und 21° C, für jede Einzelserie in einem Schwankungsbereich von ± 0,5° C. Die ersten Samen keimten durchschnittlich 2 Tage nach Versuchsbeginn. Nach 10 Tagen konnten die Versuche jeweils beendet werden.

In den ersten unmittelbar nach der Bestrahlung angelegten Versuchsreihen ließ sich für alle zur Anwendung gekommenen Röntgendosen (1000 bis 100 000 r) praktisch kein Abfall der Keimfähigkeit der bestrahlten Samen gegenüber den unbestrahlten Kontrollen feststellen. Die Keimwerte dieser Versuche sind in der oberen Kurve der Abbildung 1 wiedergegeben; sie liegen zwischen 85 und 100 %. Selbst das mit 100 000 r bestrahlte Samenmaterial war zu 93 % keimfähig und ließ gegenüber der Kontrolle, deren Wert bei 94 % lag, zunächst keine Stahlenschädigungen erkennen.

Die im Winter 1952/53 durchgeführten Keimversuche zeigten ein wesentlich anderes Ergebnis (mittlere Kurve der Abb. 1). Aus dem Gesamtverlauf der Kurve ergibt sich zunächst, daß die Keimfähigkeit des Samenmaterials nach einjähriger Lagerung bereits erheblich gesunken

ist. Das entspricht durchaus den auch an unbehandelten Rotkleesamen vorliegenden allgemeinen Erfahrungen. Für unsere Fragestellung ist jedoch der Kurvenverlauf im einzelnen von Interesse: Die Keimfähigkeit der nicht bestrahlten Kontrollsamen liegt bei 39 %. Sie liegt damit erheblich unter den entsprechenden Werten, die in der gleichen Versuchsreihe für die mit relativ niedrigen Röntgendosen bestrahlten Samen ermittelt wurden. Die Keimprozentsätze des mit Dosen von 1 000 bis

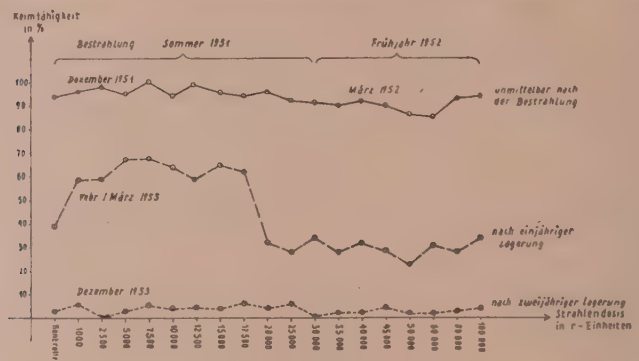


Abb. 1.

17 500 r bestrahlten Samenmaterials schwanken zwischen 59 und 67 %. Für den weiteren Kurvenverlauf ist der Befund sehr charakteristisch, daß die mit 20 000 bis 100 000 r bestrahlten Samen gegenüber der Anwendung niedrigerer Röntgendosen erheblich niedrigere Keimwerte erbrachten. Es keimten von diesem Material nur etwa 24 bis 35 %. Die Werte lagen also unterhalb des Kontrollwertes unbehandelter Samen.

Von großem theoretischem Interesse war die Frage, ob der charakteristische Abfall der Kurve zwischen den Dosen von 17 500 und 20 000 r eine reproduzierbare Gesetzmäßigkeit darstellt. Die in der Abb. 1 wiedergegebene Kurve (mittlere Kurve) für die erste Wiederholung der Keimversuche (Februar bis März 1953) stellt den Mittelwert aus 3 Versuchsreihen dar, die innerhalb eines Zeitraumes von 21 Tagen angesetzt waren. In der Abb. 2 sind diese 3 Versuchsreihen in getrennten Kurven graphisch dargestellt. Es zeigt sich, daß der charakteristische Abfall der Keimfähigkeit im Strahlungsbereich zwischen 17 500 und 20 000 r in den am 21. 2. und 3. 3. 1953 durchgeführten Keimversuchen sehr deutlich auftritt. In der am 10. 2. 1953 durchgeführten Versuchsserie ist der Abfall im fraglichen Dosisbereich zwar nicht so charakteristisch, er tritt jedoch ebenfalls noch deutlich in Erscheinung. Die 3 Kurven zeigen somit übereinstimmend den charakteristischen Verlauf. Es kann daraus geschlossen werden, daß Bestrahlungsdosen von 20 000 r und mehr nach einer gewissen Lagerungszeit des bestrahlten Samenmaterials eine deutlich stärker schädigende Wirkung bei ruhenden Rotkleesamen hervorrufen als Röntgendosen von 1000 bis 17 500 r.

Im Dezember 1953 wurde das im Jahre 1951 und im Winter 1951/52 bestrahlte Samenmaterial erneut einer Keimprüfung unterzogen. Die Keimwerte waren jedoch inzwischen so stark abgefallen, die Keimprozente daher im Gesamtbereich der Kurve derartig gering, daß sich keine Dosisabhängigkeit mehr feststellen ließ (Abb. 1, untere Kurve). Die höchsten Keimwerte lagen zu diesem Zeitpunkt nur noch bei etwa 6 %. Aus den Keimversuchen (Abb. 1) geht also eindeutig hervor, daß die

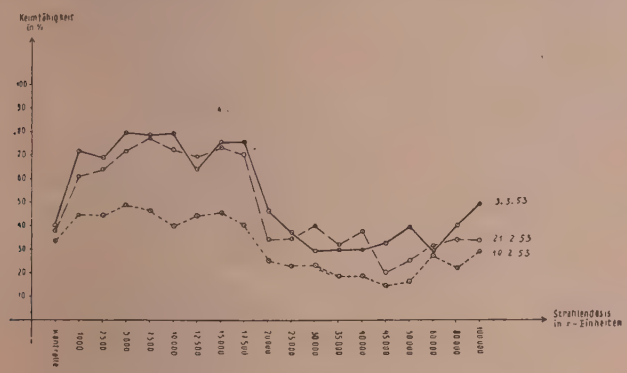


Abb. 2.

Samen unmittelbar nach der Behandlung bei allen angewendeten Röntgendosen keinerlei Strahlenwirkung erkennen lassen. Anders dagegen lagen die Dinge nach ein- bis zweijähriger Lagerung des behandelten Materials. Werden erst zu diesem Zeitpunkt Keimprüfungen angesetzt, so zeigt sich insgesamt ein erhebliches Absinken aller Keimwerte. Zwar lassen nach einjähriger Prüfung die Behandlungsreihen mit niedrigen Dosen (1000 bis 17 500 r) gegenüber der Kontrolle noch einen recht charakteristischen Anstieg der Keimprozente erkennen, bei höheren Dosen (ab 20 000 r) macht sich aber ein deutlicher Abfall der Keimwerte geltend. Nach zweijähriger Lagerung des bestrahlten Materials zeigte die Keimfähigkeit bei allen Behandlungsdosen so niedrige Werte, daß eine Dosisabhängigkeit nicht mehr nachweisbar war.

Da in den bisher beschriebenen Bestrahlungsversuchen die Letaldosis für *Trifolium pratense* noch immer nicht erreicht war, wurden im Herbst 1952 zwei weitere Samenproben, die dem gleichen Versuchsmaterial entstammten, mit Dosen von 150 000 und 200 000 r bestrahlt und nach den gleichen Gesichtspunkten auf ihre Keimfähigkeit hin ausgewertet. Auch nach Anwendung dieser hohen Dosen ließ sich unmittelbar nach der Bestrahlung kein nennenswerter Abfall der Keimfähigkeit gegenüber der unbestrahlten Kontrolle feststellen; wohl aber erbrachte eine Keimprüfung nach einer 14monatigen Ruhezeit in Übereinstimmung mit den früheren Befunden gleichfalls einen starken Abfall der Keimwerte nur auf wenige Keimprozente. Die Werte sind im einzelnen aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1

Keimprozente bei bestrahlten Rotkleesamen nach Applikation von 150 000 und 200 000 r.

	Kontrolle	150 000 r	200 000 r
unmittelbar nach der Bestrahlung	82 %	80 %	79 %
14 Monate nach der Bestrahlung	4 %	8 %	10 %

Nachdem sich in den Keimversuchen innerhalb des zur Anwendung gekommenen Strahlungsbereichs keine Beziehung zwischen der Höhe der applizierten Röntgendosen und den unmittelbar im Anschluß daran vorgenommenen Keimprüfungen ergeben hatte, wurden analoge Auszählungen an Keimpflanzen vorgenommen, die zu wesentlich anderen Ergebnissen führten. Es ließen sich in Pikierkästen an den jungen Keimpflanzen verschiedenartige Schädigungen feststellen, die offenbar in gewisser Abhängigkeit zur angewandten Bestrahlungsdosis lagen. Auf die aufgetretenen Schädigungen wird im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden. Hier sollen zunächst nur die Auflaufwerte und die im Feldversuch ermittelten Überlebenswerte den entsprechenden Werten der Keimversuche gegenübergestellt werden. In Abb. 3 sind die für die einzelnen Bestrahlungsdosen ermittelten Keimprozente in Beziehung gesetzt zu den Auflauf- und Überlebenswerten der X_1-Generation.

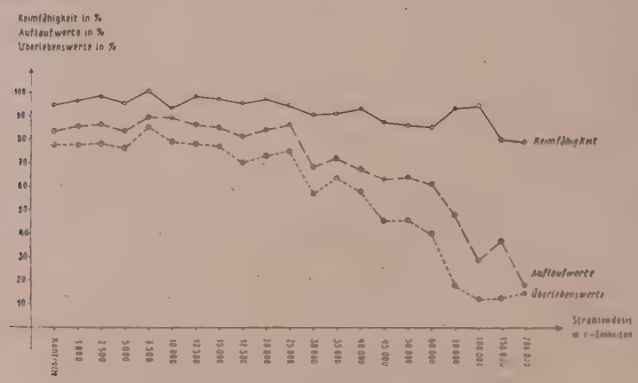


Abb. 3.

Es wurden je Röntgendosis etwa 1400 Samen in Pikierkästen ausgesät und zunächst ihre Auflaufwerte festgestellt. Dabei ließ sich für Bestrahlungsdosen bis zu 25 000 r gegenüber der Kontrolle kein nennenswerter Abfall der Auflaufwerte nachweisen. Bei höheren Dosen blieb jedoch die Anzahl der aufgelaufenen Samen gegenüber der Kontrolle mit zunehmender Röntgendosis mehr und mehr zurück. Während bei Bestrahlungsdosen von 1000 bis 25 000 r von den ausgesäten Samen im

Durchschnitt etwa 85 % in Form von Keimpflanzen wirklich erschienen, waren es bei 50 000 r noch 65 %, bei 100 000 r 28 % und bei 200 000 nur noch 18 %. Die Werte sind im einzelnen aus der mittleren Kurve der Abb. 3 ersichtlich.

Schließlich wurde nach Ablauf der ersten Vegetationsperiode die Anzahl der noch lebenden X_1-Pflanzen festgestellt. Die für die einzelnen Bestrahlungsdosen ermittelten Werte sind in der unteren Kurve der Abb. 3 wiedergegeben. Aus der Kurve ergeben sich die gleichen Gesetzmäßigkeiten, die bereits für das Auflaufen der Samen im Pikierkasten ermittelt wurden. Wiederum liegt der Anteil an überlebenden Pflanzen bis zu einer Bestrahlungsdosis von 25 000 r etwa in der gleichen Höhe der Kontrollparzelle, während nach Einwirkung höherer Dosen über 25 000 r eine deutliche Abhängigkeit von der Bestrahlungsintensität nachweisbar ist. Die Überlebenswerte liegen vor allem bei Röntgendosen von 45 000 r und höheren Gaben erheblich unter den entsprechenden Auflaufwerten. Es ist daher anzunehmen, daß diese Differenz zum größten Teil auf die schädigende Wirkung hoher Röntgendosen zurückzuführen ist.

2. *Die in der X_1-Generation aufgetretenen Strahlenschäden*

a) Schädigungen an Keimpflanzen

Die aus dem bestrahlten Saatgut aufgezogenen Keimpflanzen zeigten in vielen Fällen bereits deutliche Schädigungen. Da solche bei den Kontrollpflanzen nicht oder nur vereinzelt auftraten, müssen sie als Folge der Bestrahlung aufgefaßt werden. Es ließen sich zwei verschiedene Schädigungstypen feststellen, Chlorophylldefekte und Deformierungserscheinungen an den Blättern.

Die Chlorophyllschädigungen traten an Keimpflanzen entweder in Form unregelmäßig über die gesamte Fläche verteilter chlorotischer Flecken auf, oder es waren ganze, streng abgeteilte Sektoren der Keimblätter nicht ausgefärbt. Beide Schädigungsformen hatten eine Hemmung des Wachstums zur Folge. Dabei ließ sich eine gewisse Dosisabhängigkeit feststellen. Der Anteil der chlorophylldefekten Keimpflanzen war um so höher, je höher die zur Anwendung gekommene Röntgendosis lag. In vielen Fällen ließen sich diese Defekte nur bei Keimblättern beobachten, sie traten an Folgeblättern der gleichen Pflanze nicht mehr auf. Auch die Intensität der Grünfärbung der Keimblätter zeigte im bestrahlten Material eine größere Variabilität als in der Kontrolle. Merkwürdigerweise fanden sich unter bestrahlten Pflanzen auch solche, deren Keimblätter nicht die erwartete geringere Grünfärbung aufwiesen, sondern die gegenüber den Kontrollpflanzen auch eine deutlich intensivere Grünfärbung zeigten.

Neben normalen dikotylen Keimpflanzen traten — vor allem nach Anwendung höherer Dosen — auch trikotyle Keimpflanzen auf. Ihr zahlenmäßiger Anteil ist in Tabelle 2 dargestellt. Außerdem nahm mit steigender Röntgendosis die Zahl unterentwickelter und verkrüppelter Keimpflanzen zu (Tabelle 2). Diese Pflanzen blieben im wei-

teren Verlauf ihrer Entwicklung im Wuchs deutlich zurück, obwohl sie gleichzeitig mit der Kontrolle aufgelaufen waren. Die Teilblättchen wiesen bei vielen Keimpflanzen asymmetrisch gestaltete Blattspreiten auf oder waren an ihren Rändern ungleichmäßig eingekerbt. Die Blätter unbestrahlter Kontrollen dagegen waren glattrandig und von einheitlicher Größe. Auch diese Blattdeformationen traten häufig an den Folgeblättern der gleichen Pflanzen nicht mehr auf. Ferner konnte Polyphyllie an jungen Pflänzchen der bestrahlten Serien festgestellt werden; sie war zum Teil die Folge verwachsener Blattstiele.

Tabelle 2

Verwachsungs- und Verkrüppelungserscheinungen an Keimpflanzen bestrahlter Rotkleesamen.

r-Dosis	Von je 100 untersuchten Keimpflanzen waren		
	normal dikotyl	trikotyl	verkrüppelt
Kontrolle	98	2	—
1 000	100	—	—
2 500	100	—	2
5 000	100	—	—
6 500	100	—	—
7 500	100	—	4
8 500	98	2	—
10 000	100	—	9
11 000	100	—	14
12 500	99	1	7
13 500	97	3	13
15 000	100	—	20
17 500	100	—	19
20 000	93	7	21
22 500	98	2	25
25 000	96	4	13
27 500	96	4	19
30 000	98	2	21
32 500	93	7	13
35 000	91	9	30
37 500	89	11	40
40 000	90	10	33
42 500	89	11	40
45 000	91	9	54
47 500	87	13	47
50 000	92	8	60
60 000	90	10	59
80 000	87	13	39
100 000	93	7	50
150 000	91	9	62
200 000	88	12	68

b) Schädigungen im Feldbestand

α) Chlorophylldefekte

Im Feldbestand der X-$_1$Generation ließen sich ähnliche Schädigungstypen feststellen, wie sie bereits für die Keimpflanzen beschrieben wurden. Als wichtigste Effekte der Strahlenwirkung konnten zahlreiche somatische Mutationen festgestellt werden. Die häufigsten Mutationstypen waren Chlorophyllmutanten. Sie traten bei allen Röntgendosen auf, ihr Anteil lag zwischen 0 und 9 %. Die Anzahl chlorophyllgeschädigter Pflanzen zeigte eine deutliche Abhängigkeit von der zur Anwendung gekommenen Röntgendosis, wie aus Abb. 4 deutlich hervorgeht.

Es muß zunächst erwähnt werden, daß auch in der unbehandelten Kontrollparzelle einige Chlorophyllmutanten auftraten. Sie entsprachen zahlenmäßig durchaus dem Auftreten spontaner Chlorophyllmutanten in normalen Rotkleebeständen.

Der Anteil chlorophylldefekter Pflanzen lag bei Einwirkung niedriger Röntgendosen (1000 bis 20 000 r) zunächst noch unterhalb von 1 % der Gesamtzahl aufgezogener Pflanzen. Er lag damit nicht erheblich über dem Kontrollwert (Abb. 4, untere Kurve). Nach Anwendung

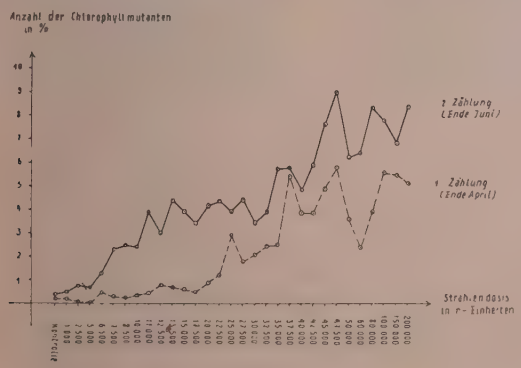


Abb. 4.

höherer Dosen zeigte sich jedoch eine deutliche Zunahme des Mutantenanteils. Wenn aus dem Kurvenverlauf auch nicht für alle Röntgendosen eine unmittelbare Wirkungsabhängigkeit hervorgeht, so läßt sich doch deutlich eine steigende Tendenz der Kurve mit zunehmender Höhe der angewandten r-Einheiten erkennen.

Die Auszählungen im Feldbestand wurden in 2 verschiedenen Entwicklungsstadien der bestrahlten Pflanzen vorgenommen. Die eben beschriebenen Werte wurden Ende April 1952 ermittelt. Ende Juni wurden die gleichen Parzellen erneut auf Chlorophyllmutanten durchgesehen. Es zeigte sich, daß der Anteil chlorophyllgeschädigter Pflanzen

in der 8 Wochen später vorgenommenen Auszählung in allen Parzellen deutlich über den entsprechenden Werten der ersten Auszählung lag (Abb. 4, obere Kurve). Es sind also in zunächst phänotypisch normalen, anscheinend gesunden Pflanzen bereits Schädigungen aufgetreten, die erst in späteren ontogenetischen Entwicklungsstadien der Pflanzen in Form somatischer Chlorophyllmutationen sichtbar werden.

Die Chlorophyllschäden zeigten bei den einzelnen Pflanzen verschiedene Ausprägungsgrade. So variierte die Ausfärbung der Blätter von Grün über Mattgrün bis nach Gelblich und Weiß. Auch der Anteil der Chlorophyllschädigung an der betroffenen Pflanze war sehr variabel. Mitunter waren nur einzelne Blätter oder Blatthälften verändert (Abb. 5); bei anderen Individuen waren einige Sprosse oder auch die ganze Pflanze bis auf 1 oder 2 Normalsprosse mutiert (Abb. 6).

Abb. 5.
Chlorophyllgeschädigte Pflanze der X_1-Generation (35 000 r).

Abb. 6.
Vergleich einer nicht geschädigten und einer stark chlorophyllgeschädigten Pflanze der 35 000-r-Serie.

An den Blättern ließen sich bezüglich der aufgetretenen Chlorophylldefekte mehrere Schädigungstypen unterscheiden. Als häufigste Schädigung trat folgender Effekt auf: Es war der Chlorophyllgehalt des mittleren Teils der Blattspreite der Teilblättchen reduziert, so daß er nur mattgrün ausgefärbt erschien. Gegen die normal grüne Randzone war er mit einem schmalen, gelblich-weißen Saum abgesetzt, in dessen Zellen sich keine ergrünungsfähigen Plastiden befanden (Abb. 7). Der normalgrüne Rand verlief entweder in etwa gleicher Breite rings um die Schädigungszone, oder er zeigte an einigen Stellen tiefere Einbuchtungen, die keilförmig in das blaßgrüne Mittelfeld vordrangen. Es konnte jedoch auch der Blattrand von blaßgrünem Gewebe unterbrochen sein und war dann nicht mehr zusammenhängend ausgebildet (Abb. 7).

Seltener traten Blättchen auf, bei denen das Innere der Blattspreite normale Grünfärbung zeigte und der Chlorophylldefekt am Blattrand auftrat. Zwischen beiden Schädigungstypen fanden sich unter Umständen an den Teilblättchen des gleichen Kleeblattes Übergangsformen (Abb. 8).

Bei einigen Pflanzen der X_1-Generation zeigten die Blätter eine mosaikartige Felderung aus geschädigten und ungeschädigten Gewebekomplexen. Auf grünem Grund waren blasse Flecken von wechselnder Form in anscheinend zufälliger Verteilung angeordnet. Mit der Fleckung war

Abb. 7.
Blätter einer Chlorophyllmutante der X_1-Generation (47 500 r). Links ein unbeschädigtes Blatt der gleichen Pflanze.

oft eine Hemmung des Gewebewachstums verbunden. Diese Hemmung hängt möglicherweise damit zusammen, daß die chlorophyllarmen Blattteile keine vollwertige Photosynthese mehr durchführen können. In anderen Fällen ließ sich kein Unterschied in der Wachstumsintensität der blassen und grünen Blattanteile erkennen; die geschädigten Zonen waren

Abb. 8.
Apikaler Teil eines chlorophyllgeschädigten Sprosses mit Knospe (47 500 r).

ebenso wachstumsfähig wie die ungeschädigten. Es ist anzunehmen, daß in diesen Fällen ein Stofftransport vom normalen zum chlorophylldefekten Gewebe stattgefunden hat.

Sehr häufig trat ein Typus auf, bei dem die blassen und grünen Anteile eines Blattes Sektoren von wechselnder Breite und Anzahl bildeten. Die Breite der Sektoren war dabei sehr variabel. Sie waren mitunter so schmal und zahlreich ausgebildet, daß regelrechte Streifenbildung vorlag.

Bei vielen Blättern bildete die Mittelrippe die Sektorengrenze (Abb. 9). In einigen Fällen ließ sich ein Übergreifen der Schädigung auf die normale Blatthälfte oder umgekehrt beobachten (Abb. 10, linkes Teilblatt des rechten Blattes).

Zwei stark chlorophyllgeschädigte Pflanzen der X_1-Generation fielen durch weitere morphologische Abänderungen vom Normaltyp auf, die offenbar sekundär als Folge der Chlorophylldefekte auftraten. So fand sich nach Bestrahlung mit 47 500 r eine Mutante, die übermäßig starke Behaarung aufwies. Diese Behaarung trat nur in der schwach chlorophyllgeschädigten Blattzone auf, sie ließ sich in den normal ausgefärbten Randzonen der Blätter nicht nachweisen. Die Behaarungsintensität der verschiedenen Zonen dieser Mutante wurde ausgezählt. Die Werte für die normalen und die mutierten Zonen sind in Tabelle 3 angegeben.

Es zeigt sich, daß die Anzahl der Haare auf der Blattober- und -unterseite in der geschädigten Zone etwa 3mal so hoch ist wie in der ungeschädigten.

Bei der gleichen Pflanze und auch bei anderen stark chlorophyllgeschädigten Individuen war mit dem Chlorophylldefekt stets starke Reduktion der Blütchenzahl innerhalb eines Köpfchens verbunden. Die Anzahl der Einzelblüten pro Infloreszenz wurde an 10 mutierten Pflanzen festgestellt und mit den entsprechenden Werten von Kontrollpflanzen verglichen (Tabelle 4). Die in der Tabelle angegebenen Einzelwerte stellen jeweils Mittelwerte aus 10 Blütenköpfchen dar. Aus Tabelle 4 ergibt sich, daß der Blütenansatz bei den chlorophyllgeschädigten Pflanzen nur etwa 21 % des Ansatzes normaler Rotkleepflanzen beträgt.

β) Morphologische Veränderungen an Blättern der X_1-Generation

Die in der X_1 häufig beobachteten morphologischen Veränderungen der Blätter umfaßten teils das ganze Blatt, teils nur einige Fiederblättchen und bezogen sich auf Blattform und -größe, Ausgestaltung der

Abb. 9.
Blätter einer Chlorophyllmutante mit sektorial angeordneten Chlorophyllschädigungen.

Abb. 10.
Verschiedene Typen chlorophyllgeschädigter Blätter (27 500 r).

Tabelle 3

Vergleich der Behaarungsintensität in verschiedenen Zonen chlorophylldefekter Blätter. (Anzahl der Haare, die im Blickfeld bei 80facher Vergrößerung am Blatt ansetzten.)

Teilblättchen Nr.	Oberseite		Unterseite	
	normale grüne Zone	mutierte Zone	normale grüne Zone	mutierte Zone
1	6	11	16	52
2	6	15	11	23
3	8	24	14	49
4	5	16	3	9
5	4	13	7	16
6	7	12	7	18
7	7	17	3	11
8	5	24	5	14
9	9	22	4	20
10	6	46	4	18
∅	6,3	20,0	7,4	23,0

Blattränder und Anzahl der Teilblättchen. Die normale Dreizahl des Rotkleeblattes wurde dadurch nicht selten gestört. Charakteristisch war eine Zergliederung einzelner Teilblättchen, die teilweise in Form einer Einkerbung an der Blattspitze nur angedeutet vorkam (Abb. 11a), deren extreme Ausgestaltung jedoch zur völligen Spaltung des betreffenden Fie-

Tabelle 4

Vergleich der Blütchenanzahl innerhalb eines Blütenköpfchens bei normalen und stark chlorophyllmutierten Rotkleepflanzen. (Mittelwerte aus je 10 Blütenköpfchen.)

Pflanze Nr.	Anzahl der Blüten pro Köpfchen	
	bei Normalpflanzen	bei chlorophylldefekten Pflanzen
1	148	38
2	163	47
3	152	19
4	144	22
5	139	20
6	140	28
7	149	37
8	142	49
9	149	28
10	169	24
∅	149,5 (= 100 %)	31,2 (= 21 %)

derblattes führte. Diese Spaltung war in der Regel in der Region der Mittelrippe wirksam und wurde in einigen Fällen bis an den Blattstiel herangeführt. Es entstanden auf diese Weise aus einem Fiederblättchen

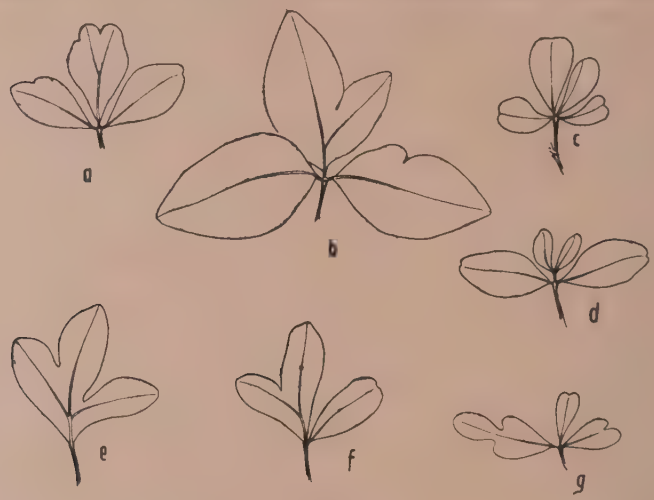


Abb. 11.
Blattdeformierungen in der X_1-Generation. a—d: Verschiedene Stadien der Spaltung der mittleren Fieder; e, f: Verwachsung einzelner Teilblättchen.

zwei getrennte Teilfiedern, die dann zumeist eine stärkere Reduktion ihrer Blattspreiten aufwiesen (Abb. 11). Auch der gegenteilige Prozeß, nämlich eine Verwachsung zweier Teilblättchen zu einem einheitlichen Gebilde, ließ sich an vielen Pflanzen der X_1 beobachten (Abb. 11 u. 12).

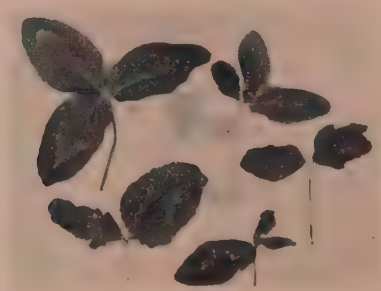


Abb. 12.
Blattmißbildungen einer Pflanze der 200 000-r-Serie. Links oben ein normal ausgebildetes Blatt der gleichen Pflanze.

An einer Pflanze der 200 000-r-Serie konnten starke Veränderungen der Blattform bobachtet werden, die nicht in Verbindung mit Chlorophyllschädigungen auftraten. Einzelne Teilblättchen dieser Pflanze zeigten Tütenbildungen, die durch Verwachsung der unteren Ränder der Blattspreite zustande kamen. Der gleiche Defekt trat in der X_2-Generationen wesentlich deutlicher in Erscheinung und wird dort eingehender beschrieben (S. 139). Die Blattzeichnung war an den veränderten Blättern größtenteils gestört.

γ) Wechsel der Blütenfarben innerhalb bestrahlter Einzelpflanzen

In der 37 500-r-Serie der X_1-Generation wurde eine Pflanze beobachtet, bei der sowohl weiße als auch rote Blütenköpchen auftraten. Diese abweichende Erscheinung trat nur an einem Sproß dieser Pflanze auf. Von insgesamt 8 Blütenköpfchen dieses Sprosses zeigte nur eines die normale Rotfärbung der übrigen Sprosse, während die anderen rein weiße Blüten besaßen. An den weißen und roten Blütenköpfchen dieses Sprosses wurden Selbstungen durchgeführt. Leider wurde kein Samenansatz erhalten, so daß sich die Konstanz des Farbwechsels in einer nachfolgenden Generation nicht überprüfen ließ.

In der gleichen Behandlungsreihe trat eine Pflanze auf, die dieselbe Erscheinung zeigte, bei der die Farbunterschiede aber nicht nur innerhalb eines Sprosses, sondern sogar innerhalb eines Blütenköpfchens auftraten. Die betreffenden Infloreszenzen besaßen zur Hälfte weiße, zur Hälfte rote Einzelblüten. Die beiden Farbtypen waren innerhalb des Blütenköpfchens scharf gegeneinander abgegrenzt. Am gleichen Sproß waren darüber hinaus noch ein normales rotes Blütenköpfchen und ein weißes vorhanden. Die gleiche Pflanze brachte im Verlauf der Vegetationsperiode einen weiteren Trieb mit rein weißen Blütenköpfchen hervor. Auch von dieser Pflanze konnten nach Selbstung keine Samen geerntet werden. Das gleiche Phänomen trat bei einer Pflanze der mit 40 000 r bestrahlten Population auf. Alle 3 Pflanzen wurden überwintert. Dabei trat bei einer Pflanze in der zweiten Vegetationsperiode folgender Effekt erneut auf: Die Mutante brachte rein weißblühende und rein rotblühende Sprosse zur Ausbildung. Innerhalb jedes Einzelsprosses war jedoch kein Farbunterschied mehr zu beobachten. An der zweiten Pflanze trat der im ersten Vegetationsjahr vorhandene Effekt nicht wieder auf. Die dritte Pflanze ging während des Winters ein.

3. *Untersuchungen an der X_2-Generation*

Im Sommer 1952 wurden an den Pflanzen der X_1-Generation umfangreiche Selbstungen vorgenommen, die teils von Hand, teils unter Mitwirkung gefangener Hummeln unter Isolierkäfigen durchgeführt wurden. Für die Selbstungen wurden vorzugsweise diejenigen X_1-Individuen ausgewählt, bei denen Strahlenschäden in Form von Chlorophylldefekten oder Blattdeformationen aufgetreten waren. Auf diese Weise konnten im Herbst 1952 insgesamt 1470 voll ausgebildete Samen aus den Par-

zellen der Behandlungsreihen von 1000 bis 50 000 r geerntet werden. Von diesen 1470 Samen entfielen 1431 auf die Hummelbestäubungen, die an 172 Kleepflanzen durchgeführt wurden. Das entspricht einem Samenansatz von weniger als 1 ‰, wenn 150 Blüten pro Köpfchen zugrunde gelegt werden.

Die Selbstbestäubungen von Hand wurden an insgesamt 312 Blütenköpfchen vorgenommen, von denen jede Einzelblüte geselbstet wurde. Es wurden jedoch nur 39 gut ausgebildete Samen geerntet. Dieser Ansatz liegt bei 0,85 ‰ und entspricht damit etwa dem Ansatz nach Hummelbestäubung. Die frei abgeblühten Infloreszenzen zeigten dagegen im Versuchsjahr 1952 bei gutem Hummelbeflug einen Samenansatz von etwa 70 %. Der bei den einzelnen Dosen erzielte Samenansatz ist aus Tabelle 5 ersichtlich. Aus den insgesamt 1470 geernteten Samen wurde im Sommer 1953 eine X_2-Generation angezogen.

a) Beobachtungen im Keimbett

Bei der Aufzucht der X_2 zeigten sich bereits im Keimbett Schädigungstypen, die in den entsprechenden Entwicklungsstadien der X_1 nicht aufgetreten waren. Es konnte zunächst beobachtet werden, daß die Samen sehr unregelmäßig aufliefen, außerdem waren viele Fehlstellen zu verzeichnen. Obwohl nur voll ausgereiftes Saatgut verwendet wurde, entstanden nach Aussaat von insgesamt 1470 Samen nur 1047 Keimlinge. Das bedeutet, daß 423 der aus Selbstung erhaltenen Samen (= 28,7 %) anscheinend nicht die volle Keim- und Triebkraft besaßen. Der überwiegende Teil aller Keimpflanzen machte einen durchaus normalen, gesunden Eindruck und war von den gleich alten Kontrollsämlingen nicht zu unterscheiden. An Schädigungstypen traten lediglich 15 Keimpflanzen auf, die verschieden stark ausgeprägte Chlorophylldefekte aufwiesen. Vier dieser Pflanzen zeigten einen völlig albinotischen Habitus, die übrigen 11 Pflänzchen besaßen nur ganz blaßgrün ausgefärbte Keimblätter. Neun dieser Pflanzen waren durch Selbstungen von X_1-Individuen entstanden, die auch als fertig ausgebildete Pflanzen noch deutliche Chlorophyllschäden aufwiesen. Die Defekte traten bei einigen dieser Mutterpflanzen nicht nur in den der Infloreszenz unmittelbar benachbarten Blättern auf, sondern sie zeigten sich sogar an den Kelchblättern der Einzelblüten. Die erwähnten 4 Albions starben bereits im Keimblattstadium. Das gleiche gilt für 4 weitere chlorophylldefekte Pflänzchen. Nur 4 Keimpflanzen wuchsen auch nach dem Pikieren noch weiter, sie gingen jedoch ebenfalls in einem relativ frühen Entwicklungsstadium zugrunde.

b) Der Feldbestand der X_2-Generation

Von den 1047 Keimpflanzen konnten nur noch 990 entwicklungsfähige Individuen ins Feld ausgepflanzt werden. Im Feldbestand gingen nochmal 43 Pflanzen zugrunde, so daß von insgesamt 1470 geernteten Samen nur 947 gut entwickelte X_2-Individuen aufgezogen werden konnten. Davon entstammten 924 den Hummelbestäubungen.

Tabelle 5

Samenansatz nach Selbstbestäubung bei *Trifolium pratense*.

r-Dosis	Hummelbestäubung		von Hand geselbstet		
	Anzahl der Pflanzen	Anzahl der geernteten Samen	Anzahl der Blütenköpfchen	Anzahl der geernteten Samen	
Kontrolle	3	17	12	2	Ernte 1952
1 000	3	19	4	2	
2 500	5	70	7	0	
5 000	3	50	8	0	
6 500	6	60	5	1	
7 500	3	44	2	0	
8 500	5	9	7	0	
10 000	4	11	5	0	
11 000	12	242	4	0	
12 500	9	46	9	0	
13 500	11	111	19	0	
15 000	9	27	12	1	
17 500	7	14	3	0	
20 000	8	63	12	0	
22 500	3	20	5	0	
25 000	8	120	13	4	
27 500	8	81	18	1	
30 000	2	36	18	3	
32 500	10	126	13	2	
35 000	6	33	17	5	
37 500	14	97	21	16	
40 000	9	63	16	0	
42 500	7	23	23	0	
45 000	5	12	12	1	
47 500	4	35	28	0	
50 000	8	2	19	1	
	172	1431	312	39	
60 000	9	17	19	1	Ernte 1953
80 000	18	35	36	6	
100 000	13	43	36	37	
150 000	11	164	30	0	
200 000	15	103	46	1	
	66	362	167	45	

Die X_2 wurde während der ganzen Vegetationsperiode in den verschiedenen Entwicklungsstadien auf ihren Mutantenanteil untersucht. Es konnten insgesamt 41 Pflanzen aufgefunden werden, die gegenüber der Kontrolle und der Mehrzahl der Versuchspflanzen deutliche morpholo-

gische oder physiologische Veränderungen aufwiesen. Es kann angenommen werden, daß diese Veränderungen auf die Bestrahlungswirkung zurückzuführen und die betreffenden Pflanzen wohl zum Teil als echte Mutanten anzusprechen sind.

Im einzelnen wurden folgende Mutationstypen aufgefunden: Chlorophyllmutanten, Formen mit Zwerg- und Riesenwuchs, Typen mit abnormal starker Behaarung, ferner Pflanzen, die eine gewisse Mehltauresistenz aufwiesen. Darüber hinaus trat eine Mutante auf, bei der die Kronenröhre der Blütchen gegenüber dem Normaltypus deutlich verkürzt war.

Sieben der mutierten Organismen zeichneten sich gegenüber den Kontrollpflanzen durch einen stark ausgeprägten Zwergwuchs aus. Sechs dieser sieben Nana-Typen wurden in der Nachkommenschaft einer Pflanze der 42 500-r-Serie gefunden, die siebente entstammte der 32 500-r-Serie. Während die durchschnittliche Höhe normaler Rotkleepflanzen bei 50—60 cm lag, erreichten die zwergwüchsigen Typen am gleichen Standort nur Höhen von knapp 30 cm (Abb. 13). Die Eltern aller Nana-Formen zeigten normalen Wuchs.

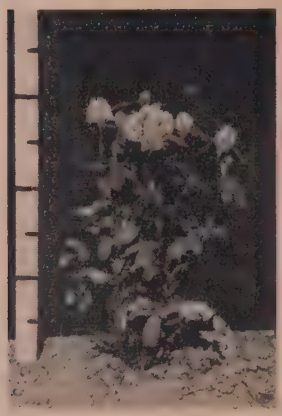


Abb. 13.
Nana-Form der X_2-Generation aus der Nachkommenschaft der 32 500-r-Serie.

Abb. 14.
Blattmißbildungen der in Abb. 13 dargestellten Mutante (Erläuterung im Text).

Bei einer Nana-Form kamen neben der geringen Wuchshöhe noch verschiedene morphologische Veränderungen an den Blättern vor. Sie traten zunächst in Form von Reduktionen einzelner Teilblättchen in Erscheinung. In Abb. 14 ist eine derartige Reduktionsreihe dargestellt. Links oben befindet sich ein normales Kleeblatt. Die morphologischen Veränderungen traten häufig an der Innenseite der beiden seitlichen Fiederblättchen auf (obere Reihe, Mitte). Bei starker

Ausprägung dieses Effekts kann es zu auffallenden Größendifferenzen zwischen den ursprünglich gleichgestalteten Teilblättchen kommen (rechts oben, links unten). Im rechts unten dargestellten Blatt ist vom Mittelblättchen nur noch die Mittelrippe ausgebildet, während die Blattspreite eine vollständige Reduktion erfahren hat. Auch die beiden seitlichen Fiedern dieses Blattes zeigten gegenüber der Kontrolle eine starke Größenabnahme. In extremen Fällen wurde vom ursprünglich dreiteiligen Kleeblatt nur noch das mittlere Fiederblatt ausgebildet, während die beiden seitlichen Fiedern völlig fehlten. Die für den Rotklee charakteristische Blattform ging dadurch vollständig verloren (unten Mitte).

An der gleichen Pflanze konnten Blätter mit eigenartigen Tütenbildungen beobachtet werden, wie sie in Abb. 15 und 16 dargestellt sind. Diese Abnormität kam hier nicht, wie es für einige Pflanzen der X_1-Generation beschrieben wurde (S. 135), durch Verwachsung des unteren Teils der Blattspreite zustande. Die Tütenbildungen an den X_2-Individuen beschränkten sich auf die apikale Region der mittleren Blattfieder. Ihr Zustandekommen konnte an einigen Entwicklungsreihen

Abb. 15.

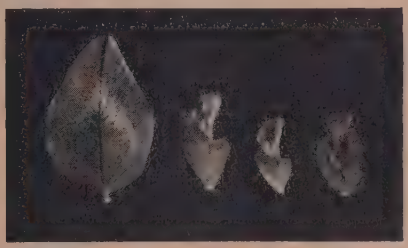


Abb. 16.

Tütenbildungen an den Blättern der in Abb. 13 wiedergegebenen Nana-Form der X_2-Generation.

verfolgt werden. Es ließ sich zunächst eine charakteristische Einfaltung der Spitzenregion beobachten, die schließlich zu einer völligen Trennung dieser Region vom basalen Teil der Blattspreite führte (Abb. 15 und 16). Ähnliche Bildungen durch Verwachsung der Ober- bzw. Unterblätter beobachteten auch von Denffer (4) sowie Harder und Oppermann (16) bei *Kalanchoë Blossfeldiana* und anderen Objekten nach Behandlung mit 2-, 3-, 5-Trijodbenzoësäure. Ebenso werden Tütenbildungen beschrieben von Hanf (15) bei *Senecio vulgaris* und *Plantago lanceolata* nach Anwendung verschiedener Wuchsstoffe, von Kress (18) nach Röntgenbestrahlung an Lupinen und von Rothe (25) an einer Mutante von *Antirrhinum majus*.

Die bereits erwähnten anderen 6 zwergwüchsigen Pflanzen waren Abkömmlinge einer einzigen Mutterpflanze der 42 500-r-Serie, die durch Hummelr bestäubt war. Von diesem X_1-Individuum wurden insgesamt 10 Samen geerntet; 6 der daraus entstandenen Tochterpflanzen zeigten Zwergwuchs. 5 dieser 6 Pflanzen bildeteten zwar Knospen aus, sie

verkümmerten jedoch größtenteils und kamen nicht zur vollen Blüte. Nur einige Infloreszenzen zeigten Blütenbildung, die Blühtermine waren jedoch gegenüber der Mehrzahl aller X_2-Pflanzen etwa um 8 Wochen verzögert. Die sechste Nana-Form dieser Nachkommenschaft besaß weder ein normales Sproßsystem, noch brachte sie Blüten zur Ausbildung. Die Blätter dieser Pflanzen hatten sehr lange Stiele, die unmittelbar in der Bodenregion an einem stark verkürzten Sproß ansetzten (Abb. 17).

Abb. 17.
Blütenlose Zwergform der X_2-Generation aus der Nachkommenschaft der 42 500 r-Serie.

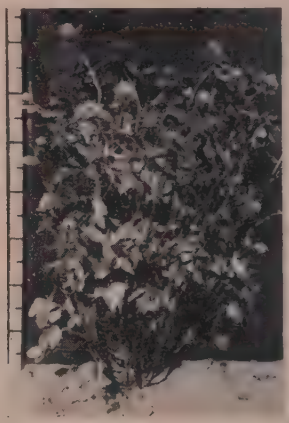


Abb. 18
Gigas-Form aus der Nachkommenschaft der 35 000-r-Serie.

In der Nachkommenschaft der 40 000- bis 50 000-r-Serie fielen 5 Pflanzen durch besonders hohen Wuchs auf (Abb. 18). Während die Höhe normaler Kleepflanzen bei etwa 50—60 cm liegt, erreichten diese Gigas-Formen eine Höhe von 75 cm und waren besonders frohwüchsig. Eine dieser 5 Pflanzen zeichnete sich außerdem durch deutliche Vergrößerung der Einzelblüten gegenüber der Kontrolle aus. Auch die Anzahl der Einzelblüten pro Köpfchen lag erheblich über der Normalzahl. Während die durchschnittliche Blütchenzahl pro Infloreszenz bei den Kontrollpflanzen in der Größenordnung von 130—150 lag, brachte diese Pflanze im Durchschnitt etwa 240 Blütchen pro Köpfchen zur Ausbildung.

Ein interessanter Röntgeneffekt trat bei 5 Pflanzen der X_2 in Form einer auffällig starken Behaarung auf. Alle Sprosse sowie die Unterseite der Blätter und die Blattstiele trugen deutlich abstehende Haare (Abb. 19). Die Pflanzen zeigten einen kräftigen, graufilzigen Überzug, der besonders an den ganz jungen Organen auffiel. Es handelt sich bei diesem Effekt offenbar um eine Genmutation, die in ökologischer Hinsicht vielleicht als Positivmutante, möglicherweise als Anpassungsform an Trockenheitsverhältnisse zu bewerten ist.

Erwähnt seien noch 17 X_2-Individuen, die während der gesamten Vegetationsperiode keinen Befall mit Mehltau *(Erysiphe polygoni)* zeigten, obgleich sie inmitten eines stark mehltaubefallenen Bestandes aufwuchsen. Sie waren vornehmlich in der Nachkommenschaft der 25 000-r-Serie zu finden. Aus den Samen dieser Pflanzen wird eine X_3-Generation aufgezogen, um festzustellen, ob auch dieser auffällige Sachverhalt mög-

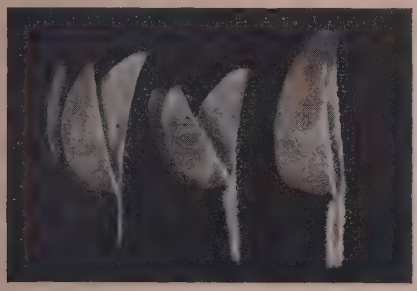


Abb. 19.
Blätter einer stark behaarten Mutante der X_2-Generation (17 500 r, links ein normales Rotkleeblatt).

licherweise auf einen Mutationsschritt zurückzuführen ist. Wexelsen beschreibt bereits 1932 das spontane Auftreten mehltauresistenter Rotkleepflanzen (33).

In der Nachkommenschaft der 32 500-r-Serie wurde eine rein weißblühende Pflanze mit typischem *Trifolium pratense*-Habitus aufgefunden. Sie stellte in bezug auf die praktische Auswertung der Bestrahlungsversuche die wertvollste Mutante dar, worüber bereits in anderem Zusammenhang berichtet wurde (26). Die Blütenköpfchen dieser Mutante waren gegenüber den rotblühenden Kontrollpflanzen deutlich kleiner. Die Ursache für diese Größendifferenzen lag in einer unterschiedlichen Ausgestaltung der Röhrenlänge der Einzelblüten. Vergleichende Messungen ergaben eine deutlich gesicherte Differenz ($P < 0{,}1$) der Kronenröhrenlänge der kurzröhrigen weißblühenden Mutante gegenüber 10 Vergleichspflanzen der Kontrollparzelle bzw. der X_2-Generation, die unter gleichen Wachstumsbedingungen kultiviert wurden. Die Mittelwerte aus diesen Messungen sind in Tabelle 6 wiedergegeben.

Das entsprechende Ergebnis wurde nach Ausmessung der Gesamtlänge der Einzelblüten erhalten. Der Durchschnittswert der Kontrollpflanzen lag bei einer Länge von 15,3 mm, derjenige der weißblühenden Mutante bei 12,1 mm. Außer der Röhrenlänge zeigte die Mutante auch hinsichtlich der Röhrenweite gegenüber den nicht mutierten Formen Unterschiede; die Saugöffnung für die anfliegenden Insekten war deutlich vergrößert (vgl. Abb. 20).

Tabelle 6

Längenvergleich des geschlossenen Teils der Kronenröhre zwischen normalen Individuen und der weißblühenden Mutante bei *Trifolium pratense var. sativum*
(Durchschnitt von je 100 Messungen)

Lfd. Nr.		Länge der Kronenröhre in mm	± m
1	Normale rotblühende Pflanze	8,93	± 0,0217
2	Normale rotblühende Pflanze	8,99	± 0,0251
3	Normale rotblühende Pflanze	9,00	± 0,0149
4	Normale rotblühende Pflanze	9,18	± 0,0388
5	Normale rotblühende Pflanze	9,30	± 0,0333
6	Normale rotblühende Pflanze	9,35	± 0,0392
7	Normale rotblühende Pflanze	9,91	± 0,0294
8	Normale rosablühende Pflanze	9,65	± 0,0527
9	Rotblühende Pflanze der X_2-Generation	9,23	± 0,0143
10	Rosablühende Pflanze der X_2-Generation	8,76	± 0,0642
11	Weißblühende Mutante der X_2-Generation	7,07	± 0,0532

Die kurzröhrige Mutante zeigte reichlichen Blütenansatz. Die Blütenzahl innerhalb der Köpfchen war nicht reduziert. Die Pflanze zeigte im ganzen ein etwas geringeres, sonst aber völlig gesundes Wachstum. Die Blätter entsprachen in Größe, Form und Zeichnung denjenigen normaler Rotkleepflanzen. Die Chromosomenzahl war mit $2\ n = 14$ gleichfalls normal. Die Mutante wurde geselbstet, ihre Nachkommenschaft wird in Verbindung mit Kreuzungen genetisch analysiert werden.

Abb. 20.
Vergleich der Kronenröhre einer normalen Rotkleepflanze (links) mit der kurzröhrigen weißblühenden Motante der X_2-Generation (rechts).

IV. Theoretischer Teil

1. Die Resistenz lufttrockener Samen gegenüber Röntgenstrahlen

Die Vorbedingungen für erfolgreiche Mutationsversuche liegen darin, in orientierenden Voruntersuchungen zunächst den optimalen Wirkungsbereich des vorgesehenen mutagenen Agens zu ermitteln und damit die Voraussetzungen für die Erzeugung möglichst hoher Mutationsraten zu

schaffen. Für Röntgenversuche wurde von Gustafsson (13) der Begriff der „kritischen Dosis“ geprägt. Unter der kritischen Dosis wird von ihm diejenige Strahlenmenge verstanden, nach deren Applikation in der X_1 noch eine genügend große Anzahl von Pflanzen als Feldmaterial („sufficiently large field material“) zur Verfügung steht, bei der aber gleichzeitig ein Maximum von Mutanten erzeugt wird (13, S. 5).

Freisleben und Lein (6) geben in ihren Versuchen die „Halbwertsdosis“ an und verstehen darunter diejenige Strahlenmenge, bei der etwa 50 % der bestrahlten Samen noch entwicklungsfähige Pflanzen ergeben (= „Überlebenswerte“).

Auf die vorliegenden Versuche am Rotklee bezogen dürfte die „kritische Dosis“ bei 200 000 r noch nicht erreicht worden sein, während die „Halbwertsdosis“, bezogen auf Überlebenswerte, in unseren Versuchen bei etwa 45 000 r liegt.

Die Wirkung bestimmter Röntgendosen ist einmal vom Versuchsobjekt, zum anderen vom physiologischen Zustand dieses Objektes im Augenblick der Bestrahlung abhängig. Es wurde bereits an vielen Objekten nachgewiesen, daß lufttrockene Samen gegenüber der Bestrahlung wesentlich resistenter sind als gequollene. So fand Stadler (28) bei Gerste nach Bestrahlung keimender Samen etwa die achtfache Mutationsrate gegenüber der Wirkung der gleichen Röntgendosis auf ruhende Samen. Wertz (32) kam am gleichen Objekt zu ähnlichen Ergebnissen. Knapp (17) führt diesen Effekt nach Versuchen an *Antirrhinum* und *Hordeum* auf Hydratationsunterschiede zurück. Durch die Einlagerung von Wasser soll die Stabilität der genetischen Komponenten in der Zelle verändert werden. Mit der Erhöhung der Hydratation soll eine Erhöhung der Empfindlichkeit dieser Strukturen gegenüber den Röntgenstrahlen parallel laufen, die sich in einer Abnahme der ursprünglich vorhandenen Resistenz bemerkbar macht.

Für die Widerstandsfähigkeit lufttrockener Samen gegenüber Röntgenstrahlen wurden an verschiedenen Versuchsobjekten sehr unterschiedliche Werte ermittelt. Als „kritische Dosis“ gibt Gustafsson (12) für eine Reihe verschiedener Kulturpflanzen die in Tabelle 7 eingetragenen Werte an. Die Gesamtbreite der Empfindlichkeit der in dieser Tabelle enthaltenen Kulturpflanzen liegt unter Berücksichtigung des Rotklees zwischen 5000 und mehr als 200 000 r. Die bisher untersuchten Leguminosen sind gesondert angeführt. Schon bei Berücksichtigung weniger Species ergeben sich innerhalb dieser Familie weitreichende Unterschiede hinsichtlich der Empfindlichkeit der Arten gegenüber den Röntgenstrahlen. Während die kritische Dosis für *Pisum sativum* bei etwa 7500 r liegt, haben die vorliegenden Untersuchungen gezeigt, daß beim Rotklee eine Strahlenmenge von 200 000 r noch immer nicht letal wirkt. In diesem Zusammenhang sei ein Befund von Afanessjeva (1) erwähnt. Die Autorin arbeitete mit 4 Weizenstämmen, die sich hinsichtlich ihrer Korngröße unterschieden. Es zeigte sich, daß sich die Stämme mit kleinen Körnern gegenüber den Röntgenstrahlen als resistenter erwiesen als großkörnige Stämme. Die gleiche Tendenz ist

auch aus Tabelle 7 zu erkennen. Für die ausgesprochen großsamigen Arten *Pisum sativum, Phaseolus vulgaris* und *Lupinus luteus* wurden relativ niedrige kritische Dosen ermittelt, während die kleinsamigen Arten *Linum usitatissimum* und *Brassica napus* eine wesentlich höhere Resistenz aufweisen. Der Rotklee fügt sich gut in diese Reihenfolge ein. Er besitzt von allen bearbeiteten Arten die geringste Samengröße und erwies sich gegenüber der Bestrahlung als besonders unempfindlich. Möglicherweise besteht auch ein Zusammenhang zwischen der charakteristischen Ausprägung der Samenschale von *Trifolium pratense* und der hohen Strahlenresistenz dieser Art.

Tabelle 7

Die „Kritische Dosis" verschiedener pflanzlicher Objekte bei Röntgenbestrahlung ruhender Samen.

Species	„Kritische Dosis"	Autor
Helianthus annuus	5 000 r	Gustafsson (12)
Hordeum vulgare	15 000 r	Freisleben u. Lein (5)
Hordeum vulgare	15 000 — 20 000 r	Gustafsson (12)
Triticum vulgare	15 000 — 20 000 r	Gustafsson (12)
Avena sativa	15 000 — 20 000 r	Gustafsson (12)
Linum usitatissimum	40 000 — 60 000 r	Gustafsson (12)
Brass ca napus	90 000 r	Gustafsson (12)
Pisum sativum	7 500 r	Gustafsson (12)
Phaseolus vulgaris	10 000 r	Gustafsson (12)
Lupinus luteus	15 000 r	Gustafsson (12)
Lupinus luteus	12 000 — 16 000 r	Kress (18)
Trifolium repens	> 30 000 r	Gustafsson (12)
Trifolium pratense	> 200 000 r	Bruns

Die geringe Empfindlichkeit gegenüber der Einwirkung von Röntgenstrahlen scheint nicht auf Rotklee allein beschränkt zu sein. Gustafsson (9) weist auch beim Weißklee auf erhebliche Strahlenresistenz hin. Nach Anwendung von 30 000 r auf ruhende Samen ließ sich in Keimversuchen noch keine Schädigung des bestrahlten Materials feststellen. Ein sehr auffallender Röntgeneffekt nach Bestrahlung von Rotkleesamen bestand in den eigenen Untersuchungen darin, daß sich auch nach Anwendung sehr hoher Dosen im Keimversuch zunächst keine Differenzen zwischen bestrahlten Samen und unbehandelten Kontrollsamen nachweisen ließen. Die mit 100 000 r behandelten Samen zeigten mit 94 % völlig normale Keimung, irgendwelche Schädigungen waren nicht feststellbar. Führt man diese Versuche jedoch weiter, berücksichtigt man also nicht nur das Verhalten der Samen in der Petrischale, sondern verfolgt man die Lebenstüchtigkeit der jungen Pflanzen im Keimbett oder im Feldbestand, so lassen sich sehr deutliche Röntgenwirkungen feststellen. Abbildung 3 (S. 126) zeigt, daß im Verlauf der

Anzucht des bestrahlten Materials innerhalb eines Strahlenbereichs von 1000 bis 100 000 r die theoretisch zu erwartende Dosisproportionalität realisiert ist.

Zu den gleichen Versuchsergebnissen kamen Gustafsson (11) sowie Freisleben und Lein (5) nach Bestrahlung ruhender Gerstenkörner. Gustafsson gibt für *Hordeum vulgare* eine kritische Dosis von 15 000 bis 20 000 r an. Nach Applikation von 25 000 r keimten nur noch 18 % des bestrahlten Samenmaterials. Freisleben und Lein (6) stellten fest, daß nach Anwendung extrem hoher Dosen die Keimung der Gerstenkörner kaum herabgesetzt war. Es traten erst bei der Weiterentwicklung der Keimlinge letale Effekte auf.

Für die in den Kurven der Abbildung 3 (S. 126) aufgetretenen Differenzen zwischen den Keim- und Überlebenswerten sind folgende Ursachen denkbar: Die ersten Prozesse, die bei der Samenkeimung ablaufen, sind Quellungsvorgänge, die zunächst noch reversibel sind. Erst wenn ein bestimmter Quellungsgrad der Zellen des Embryos überschritten ist, d. h. wenn das Zytoplasma dieser Zellen einen bestimmten Hydratationsgrad erreicht hat, können in diesen Zellen normale Stoffwechselvorgänge ablaufen, die die eigentliche Keimung in Gang setzen. Die Ausbildung der ersten Organe des jungen Keimlings läuft ausschließlich auf der Basis des Streckungswachstums ab, zu neuen Kernteilungen kommt es zunächst nicht. Die Bausubstanzen und die Energiequellen, die für dieses erste Wachstum notwendig sind, sind von der Mutterpflanze im Samen eingelagert worden. Der junge Embryo muß diese Substanz also nur mobilisieren, er braucht sie noch nicht selbst aufzubauen. Dazu kommt noch als weiteres günstiges Moment, daß Keimversuche im Laboratorium unter optimalen Umweltbedingungen für den Samen ablaufen. Es ist also verständlich, daß auch bestrahlte — d. h. geschädigte — Samen diese ersten Entwicklungsschritte noch durchführen können, weil diese Vorgänge aus den eben geschilderten Gründen noch keine größeren Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Zellen und Zellkomplexe stellen. Im Freilandversuch liegen dagegen grundsätzlich andere Verhältnisse vor. Nach Verbrauch der in den Speichergeweben bzw. Kotyledonen abgelagerten Nährsubstanzen ist der junge Keimling auf seine eigene Stoffaufnahme und assimilatorische Fähigkeit angewiesen. Gleichzeitig setzen bereits in diesen Entwicklungsstadien lebhafte Kern- und Zellteilungen in den meristematischen Zonen der Keimpflanze ein. Diese ist völlig auf sich allein gestellt und von diesem Zeitpunkt allen im Freiland auftretenden Selektionsfaktoren unterworfen. Es muß sich also in diesem Entwicklungsstadium jede Vitalitätsminderung, die als Folge der Bestrahlung zustande gekommen ist, nunmehr negativ bemerkbar machen. Erst bei Keimversuchen unter Freilandbedingungen und insbesondere nach dem Auflaufen der jungen Pflanzen sind also aufschlußreichere Einblicke in den durch die Strahlenwirkung verursachten Schädigungsgrad zu erwarten.

Als weiterer Faktor für die Erklärung dieses Phänomens muß schließlich noch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß zwar im Embryo bereits eine Strahlenwirkung zustandekommt, daß diese aber erst in einem späteren ontogenetischen Entwicklungsstadium der Pflanze manifest wird. Es ist durchaus denkbar, daß eine zunächst vorhandene subletale Schädigung einer bestimmten Zelle des Embryos zunächst noch nicht zu einem sichtbaren Effekt führt. Nach Ablauf lebhafter Teilungen wird bei Organbildung aus dieser Zelle ein ganzer Zellkomplex, möglicherweise ein wichtiger Teil eines bestimmten Organs entstehen. Ist nun durch die Röntgenwirkung ein lebenswichtiges Gen mutiert, so müßten alle aus dieser Zelle hervorgehenden Tochterzellen eines Organs das mutierte Gen enthalten. Es könnte dadurch zu einer Summierung des anfänglich bedeutungslosen Effekts im Organismus kommen. Folglich wäre es denkbar, daß erst durch diese Summierung eine sichtbare Vitalitätsstörung in den betroffenen Pflanzen zustandekommt. Es wird später im Zusammenhang mit den Chlorophyllmutanten noch näher auf diese Frage eingegangen werden.

In Keimversuchen, die an bestrahlten Rotkleesamen nach einjähriger Lagerung vorgenommen wurden, ließ sich bei niedrigen Röntgendosen zunächst ein auffallender Anstieg des Anteils gekeimter Samen gegenüber der Kontrolle feststellen (Abb. 1, mittlere Kurve). Während von den unbehandelten Kontrollsamen nur knapp 40 % zur Keimung kamen, lagen die Werte für die Dosen von 1000 bis 17 500 r zwischen 59 und 67 %. Nach Anwendung höherer Dosen zeigt die Kurve steilen Abfall; die Keimwerte liegen im Bereich von 20 000 bis 100 000 r knapp unter den Kontrollwerten. Ähnliche Beobachtungen machte Gustafsson (12) beim Weißklee. Er stellte nach der Einwirkung von Röntgendosen zwischen 10 000 und 20 000 r ebenfalls einen Anstieg der Keimfähigkeit gegenüber der Kontrolle fest. Ganz entsprechende Befunde veröffentlichte Atabekowa (2) nach Bestrahlung trockener Erbsensamen. Hier brachten auffallend niedrige Dosen (250 r!) eine Erhöhung der Keimfähigkeit um etwa 25 % zustande.

Bekanntlich läuft die Samenkeimung bei vielen Arten leichter an, wenn die Samenruhe durch einen „Schock" oder durch irgendeine andere Reizwirkung von außen unterbrochen wird. Offenbar wirken Röntgenstrahlen unterhalb einer bestimmten Schwellendosis zunächst keimungsanregend bzw. sogar keimungsfördernd. Wird dieser Schwellenwert indessen überschritten, so nehmen negative Strahlenwirkungen anscheinend so stark zu, daß nunmehr Keimungshemmung zustandekommt.

2. *Das Auftreten somatischer und generativer Mutationen nach Röntgenbestrahlung ruhender Samen*

Die experimentelle Auslösung von Mutationen mit Hilfe von Röntgenstrahlen läßt sich im Zusammenhang mit der genetischen Auswertung der Versuche auf zwei verschiedenen Wegen durchführen. Man kann

reife Pollenkörner bestrahlen und den so behandelten Pollen zur Befruchtung normaler unbehandelter Eizellen verwenden. Als Folge der Bestrahlung können in beiden Kernen des Pollens Genmutationen ausgelöst werden. Da der weitaus größte Teil aller spontanen oder experimentell erzeugten Genmutationen in Form von Rezessivmutanten in Erscheinung tritt, wird die strahleninduzierte Veränderung in der X_1-Generation bei vorhandener Heterozygotie noch nicht manifest, weil in allen Zellen des mutierten Organismus noch das dominante Allel vorhanden ist. Es ist infolgedessen Selbstung der X_1-Individuen notwendig. In der X_2-Generation werden dann einige Individuen herausspalten, die das rezessive mutierte Gen im homozygoten Zustand besitzen, die also dann auch phänotypisch als Mutanten erkennbar sind. Das Charakteristikum dieser Mutanten liegt darin, daß Keimzellen oder deren unmittelbare Vorläufer, also Elemente der Keimbahn, behandelt wurden. Die Folge davon ist, daß die in der X_2-Generation auftretenden Mutanten die veränderten Gene in allen Zellen enthalten, also auch in ihren Keimzellen. Bei Selbstbestäubung werden demnach die Nachkommen dieser mutierten Individuen nicht aufspalten, sondern ihren homozygoten Zustand beibehalten. Man bezeichnet diesen Vorgang einer erblichen Veränderung bekanntlich als generative Mutation.

Der zweite, in der experimentellen Mutationsforschung häufig beschrittene Weg der Erzeugung von Mutanten liegt in der Bestrahlung ruhender oder gequollener Samen. Hier liegen grundsätzlich andere Verhältnisse vor. Der überwiegende Teil aller im Embryo vorhandenen Zellen ist ausschließlich für die Ausbildung des Samens prädeterminiert. Nur aus einer relativ kleinen Zone der Plumula gehen diejenigen Zellkomplexe hervor, aus denen in den fertig ausgebildeten Pflanzen die Bildung der Keimzellen erfolgt. Nur wenn nach Samenbestrahlung in diesen Zellen der Plumula erbkonstante Veränderungen auftreten, führen sie zu generativen Mutationen. Alle anderen Bestrahlungsfolgen wirken sich nur auf die Körperzellen aus, stellen folglich somatische Mutationen dar. Derartige somatische Mutationen werden nur in gewissen Regionen der geschädigten Organismen auftreten, sie umfassen niemals — wie die generativen Mutationen — den Gesamtorganismus.

Die im Verlauf der vorliegenden Untersuchungen am Rotklee in der X_1-Generation aufgefundenen Mutanten gehörten ausschließlich der Gruppe der somatischen Mutationen an. Die Chlorophylldefekte sowie die Blattdeformierungen traten infolgedessen nur in eng begrenzten Regionen der geschädigten Individuen auf. In Ausnahmefällen konnte der Schädigungsgrad chlorophylldefekter Pflanzen bis zu $^4/_5$ des gesamten Sproßsystems umfassen. In den meisten Fällen zeigte jedoch nur einer der im Durchschnitt vorhandenen 10—15 Sprosse völlige oder teilweise sistierte Chlorophyllbildung. Ähnliche Befunde erhielt Kress (18) nach Samenbestrahlung von *Lupinus luteus*. Hallquist (14) sowie Freisleben und Lein (5) beschrieben für *Hordeum vulgare*

nach Anwendung von Röntgenstrahlen die gleichen Erscheinungen. Breider (3) beschreibt somatische Mutationen an *Vitis vinifera*.

Wenn Bestrahlungseffekte in der X_1 in Form somatischer Mutanten auftreten, so ist ihre Weitergabe auf die nächstfolgende Generation nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Bezieht sich die Schädigung auf eine Zone des Sprosses, die nicht im Zusammenhang mit der Blütenbildung steht, so kann der Defekt bei der Ausbildung der Keimzellen

Abb. 21.
Schematische Darstellung der Schädigungstypen chlorophyll-defekter Sprosse der X_1-Generation (geschädigte Organe schraffiert).

nicht wirksam werden. Die somatische Mutation bleibt infolgedessen auf das betreffende X_1-Individuum beschränkt, sie wird nicht an die X_2-Generation weitergegeben (Abb. 21a und b). In unserem bestrahlten Versuchsmaterial traten jedoch auch Fälle auf, bei denen der gesamte Sproß mutiert war. Werden an einem derartigen Sproß Blüten gebildet, so müssen die mutierten Gene in die Keimzellen eingegeben und damit auf die Nachkommenschaft übertragen werden. Bei Selbstung dieser Blütenstände muß also die Mutation auch in der X_2-Generation auftreten. Das bedeutet aber, daß eine ursprünglich als somatische Mutation entstandene erbliche Veränderung in Form einer generativen Mutation weiter vererbt wird (Abb. 21c). In der Tat ließ sich ein derartiger Fall nachweisen. An einigen total chlorophyllgeschädigten Einzelsprossen einer mit 27 500 r bestrahlten Pflanze wurden normal aufgebaute Infloreszenzen ausgebildet, wobei die Kohlehydratversorgung dieser Sprosse offensichtlich durch Normalsprosse der gleichen Pflanze erfolgte. Die Anzahl der Einzelblütchen dieser rein weißen Sprosse war gegenüber den anderen Infloreszenzen der gleichen Pflanze reduziert. Die Kelchblätter zeigten den gleichen Chlorophylldefekt wie die Laub-

blätter des mutierten Sprosses. Nach Selbstung der Blütchen dieser Infloreszenzen wurden insgesamt 4 voll ausgebildete Samen geerntet. Ihre Aufzucht ergab 4 rein albinotisch ausgebildete X_2-Pflanzen, die naturgemäß alle auf einem frühen ontogenetischen Entwicklungsstadium zugrunde gingen.

Das Auftreten von Chlorophyllmutanten nach Röntgenbestrahlung ist bereits von vielen Autoren beschrieben worden, so von Freisleben und Lein (5), Fröier (7), Gustafsson (9, 10, 11 u. 13), Levan (19), Lutkow (22), Neatby (24), Stadler (29), Stubbe u. Bandlow (30), Tedin u. Hayberg (31) u. a. m. Die Häufigkeit, mit der dieser Schädigungstypus auftritt, mag ihre Ursache darin haben, daß die Chlorophyllbildung der Pflanze ein sehr komplexer Vorgang ist, an dessen Ablauf bekanntlich eine große Zahl von Genen beteiligt ist. Nach Schick u. Stubbe (27) greifen bei *Antirrhinum majus* mehr als 50 Gene in diesen Prozeß ein. Es liegt nahe, für die Chlorophyllbildung eine ähnliche Genwirkkette anzunehmen, wie sie für die Pigmentbildung bei Insekten und für die Nikotinsäuresynthese bei *Neurospora* bereits bekannt ist. Bei dieser Annahme ist also das häufige Auftreten von Chlorophylldefekten als Folge von Gen- oder sogar von Chromosomenmutationen nach Behandlung mit Röntgenstrahlen durchaus verständlich. Normale Chlorophyllbildung ist sicherlich nur dann gewährleistet, wenn keines der an ihr beteiligten Gene mutiert ist.

Die Häufigkeit der im vorliegenden Untersuchungsmaterial aufgefundenen Chlorophyllmutationen in der X_1-Generation liegt nach Applikation von 47 500 r bei etwa 9 %. Die Anwendung höherer Dosen zeigte keine stärkere Wirkung. Nach Bestrahlung der Rotkleesamen mit 200 000 r lag der entsprechende Wert bei reichlich 8 %. Die gleichen Werte erzielte Lutkow (22) nach Bestrahlung ruhender Gerstenkörner. Er erreichte bei der subletalen Dosis einen Mutantenanteil von knapp 9 %.

Es wurde bereits im experimentellen Teil erwähnt, daß die nach Röntgenbestrahlung aufgetretenen Chlorophyllschäden bei Rotkleepflanzen ganz verschieden stark ausgeprägt sein können. Es kann ein ganzer Sproß chlorophyllfrei sein, die Schädigung kann sich aber auch nur auf eine kleine Zone eines Fiederblättchens beschränken. Es müssen daher noch die Ursachen dieser unterschiedlichen Ausprägung der Chlorophylldefekte diskutiert werden. Als entscheidender Faktor muß in diesem Zusammenhang die Lage der geschädigten Zellen innerhalb des Embryos angesehen werden. Werden als Folge der Bestrahlung Zellen der Kotyledonen betroffen, so wird sich im späteren Organismus kein Effekt zeigen, weil die beiden Keimblätter bei *Trifolium pratense* in einem sehr frühen Entwicklungsstadium zugrunde gehen. Betrifft die Schädigung jedoch eine Initialzelle der Plumula, so kann der Effekt in einem ganzen Sproß der fertig ausgebildeten Kleepflanze auftreten, weil die betroffene Zelle einem Meristem angehört. Alle aus diesen Mutter-

zellen entstehenden Tochterzellen, damit ganze Zellkomplexe und unter Umständen sogar ganze Organe, müssen dann die gleiche Schädigung zeigen.

Nicht ganz verständlich ist bei dieser Deutung die Beobachtung, daß an einer Pflanze nur die Hälfte eines einzigen Fiederblättchens völlig chlorophyllfrei ist, ohne daß der betreffende Sproß sonst noch chlorotische Störungen erkennen läßt. Dieser Effekt trat nur in den Bestrahlungsversuchen auf, während er sich in den Kontrollparzellen niemals beobachten ließ. Es handelt sich also offenbar um einen echten Röntgeneffekt. Das ontogenetisch späte Auftreten einer Störung in einer nur sehr kleinen Region des betroffenen Organismus läßt sich nur unter der Annahme verstehen, daß die geschädigte Blattregion aus einer Mutterzelle entstanden ist, die zum Zeitpunkt der Bestrahlung im Keimling als Zelle noch gar nicht vorhanden war. Diese Mutterzelle läßt sich jedoch ihrerseits wieder auf eine spezifische Zelle des Embryos zurückführen, die die Strahlenwirkung erhalten haben muß. Das bedeutet aber, daß ein bestimmter Röntgeneffekt nicht in allen Tochterzellen der betroffenen Mutterzelle auftritt, sondern daß er erst nach Ablauf vieler Zellgenerationen in einer bestimmten Enkelzelle manifest wird. Erst durch weitere Teilungen dieser Enkelzelle entsteht ein ganzes chlorophylldefektes Gewebe. Es wird also zwischen dem Zeitpunkt der Schädigung und ihrer Manifestierung ein ganzer Entwicklungsablauf eingeschoben. Mit anderen Worten: der im Keimling gesetzte Röntgeneffekt wird „verschleppt", er tritt erst in einem wesentlich späteren ontogenetischen Entwicklungsstadium in Erscheinung.

Für die Deutung dieses Phänomens könnte folgende Hypothese herangezogen werden: Nach Befunden von Marquardt (23) an *Bellevalia romana* besteht ein Chromosom aus mindestens 8 Längselementen, 8 Viertelchromatiden. Im Zusammenhang mit Mutationsversuchen hat sich zeigen lassen, daß diese Viertelchromatiden gegenüber der Einwirkung mutagener Agentien eine gewisse Selbständigkeit in ihrer Reaktionsweise zeigen. So können bestimmte Chromosomenmutationen, z. B. Fragmentationen, in einer Viertelchromatide wirksam werden, ohne daß die anderen, im gleichen Chromosom noch vorhandenen 7 Längselemente die gleiche Schädigung zeigen. Nach neueren Ansichten kann eine noch stärkere Aufgliederung des Chromosoms in noch mehr Längselemente angenommen werden. Es besteht also kein Grund, die für Chromosomen-Mutationen aufgefundene Selbständigkeit dieser Längselemente nicht auch auf die Genmutationen zu übertragen. Die Konsequenzen aus dieser Hypothese sind in Abbildung 22 schematisch dargestellt. Es soll von der Annahme ausgegangen werden, daß das Chromosom aus 8 Längselementen aufgebaut ist und daß durch die Bestrahlung eine spezifische genetische Komponente auf nur einem dieser Längselemente mutiert ist. Aus der Teilung einer derartig geschädigten Zelle werden 2 Tochterzellen hervorgehen, von denen nur eine das Chromosom mit dem mutierten Gen enthält. In der darauffolgenden Zellgeneration tritt wiederum eine „Entmischung" von geschädigten und ungeschädigten

Längselementen des betroffenen Chromosoms ein. In der dritten Zellgeneration schließlich besitzt von insgesamt 8 Nachkommen der geschädigten Mutterzelle nur eine einzige Enkelzelle das mutierte Chromosom, während die 7 anderen Zellen völlig normal sind. Durch die mit jeder Kernteilung verbundene identische Reproduktion der Längselemente des Chromosoms wird seine nach der Teilung vorhandene Gliederung reproduziert. Die in der dritten Zellgeneration nach der Bestrahlung auftretende geschädigte Zelle besitzt also ein Chromosom, das die Störung in allen Längselementen aufweist. Diese Zelle ist dann als

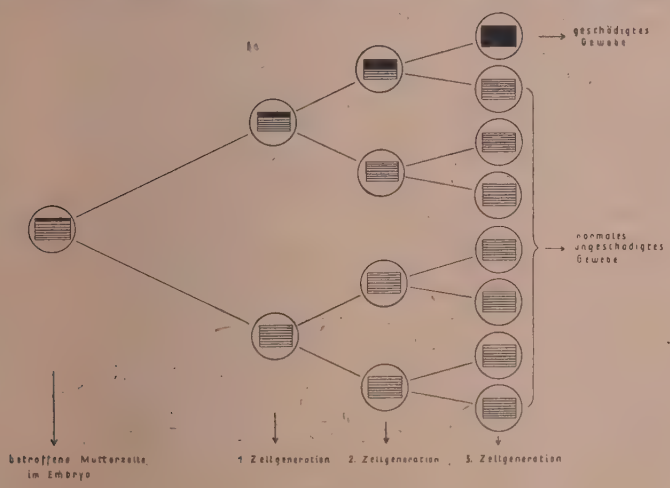


Abb. 22.

Das Zustandekommen kleiner Schädigungszonen am X_1-Organismus nach vorausgegangener Bestrahlung des Samens (Erläuterung im Text).

Mutterzelle eines geschädigten Gewebes zu betrachten, weil alle ihre Nachkommen den gleichen Schädigungstyp aufweisen müssen. Auf diese Weise läßt sich erklären, daß ein bestimmter Röntgeneffekt erst nach einer gewissen Entwicklungszeit und nur in einem Teil der Nachkommen der ursprünglich geschädigten Zelle manifest werden kann. Nimmt man für den Bau des Chromosoms eine noch größere Anzahl von Längselementen an, so wird der Effekt noch später in Erscheinung treten.

Diese Hypothese kann nur unter der Voraussetzung zur Anwendung kommen, daß die eben beschriebenen mutativen Veränderungen nicht rezessiver Natur sind. In der geschädigten Zelle ist ja in jedem Fall neben dem mutierten Gen noch das nichtmutierte Allel vorhanden. Zeigt dieses Allel dem mutierten Allel gegenüber Dominanz, so kann die Strahlenwirkung am X_1-Individuum nicht in Erscheinung treten. Die Tatsache, daß die im empirischen Teil der Arbeit beschriebenen Chlorophylldefekte in der X_1-Generation häufig als Strahlenwirkung auftreten,

spricht jedoch dafür, daß nicht alle ablaufenden Genmutationen rezessiv sind.

3. *Die kurzröhrige weißblühende Mutante*

Das Auftreten weißblühender Pflanzen ist bei *Trifolium pratense* relativ selten. Ein weißblühender Ackerrotklee als Kulturform wurde bereits 1921 von dem dänischen Pflanzenzüchter Lindhard entwickelt und beschrieben (20). Er arbeitete anfangs mit einem Ausgangsmaterial, dessen Blüten weißliche, zum Teil hellviolette Färbung aufwiesen und die im Verhältnis kleine und dichte Blütenköpfchen mit kurzen Kronenröhren besaßen. Durch Auslesezüchtung und anschließende Selbst- bzw. Geschwisterbestäubung erhielt er nach einer Reihe von Jahren rein weißblühende Formen. Nach Angaben Lindhards lag der Durchschnittswert der Länge der Kronenröhre seines „Bienenklees" bei 6,91 mm, während die rotblühenden Vergleichspflanzen einen Wert von 9,99 mm ergaben. Beim Anbau größerer Bestände konnte beim Bienenklee reichlicher Bienenbesuch festgestellt werden. Als weitere Vorteile dieser Form gegenüber den normalen Rotkleepflanzen konnte Lindhard auf die größere Weite der Kronenröhre und die größere Nektarmenge hinweisen. Nektaruntersuchungen ergaben beim Lindhardschen „Bienenklee" deutlich höhere Werte als beim gewöhnlichen Rotklee (22,9 mg : 9,7 mg). Die kurzröhrigen Lindhardschen Formen wurden im übrigen später von Ewert und Götze (8) in Landsberg/Warthe auf ihre Kurzröhrigkeit an anderen Anbauorten überprüft und erwiesen sich als weitgehend konstant. Der Bienenbeflug war auch hier gegenüber dem normalen Rotklee stärker, demzufolge wurden auch bessere Samenerträge erzielt. Nach Angaben von Götze ist der Lindhardsche „Bienenklee" heute nur noch in wenigen Exemplaren in Polen erhalten. Eine Neuzüchtung kurzröhriger Formen, die darüber hinaus noch andere positive Werteigenschaften aufweisen, wäre sehr erwünscht.

Die im Zusammenhang mit den vorliegenden Röntgenversuchen erhaltene kurzröhrige weißblühende Mutante entspricht im Bau ihrer Blütchen weitgehend dem Lindhardschen „Bienenklee". Die Durchschnittslängen ihrer Kronenröhren betragen 7,07 mm, liegen also im gleichen Bereich der Lindhardschen Formen (6,91 mm). Von der mutierten Pflanze wurden durch Selbstungen 17 voll ausgereifte Samen erhalten. Einige Infloreszenzen wurden nicht isoliert und blühten nach normalem Hummelbesuch frei ab. Der Samenansatz in diesen Köpfchen war reichlich. Die genetische Analyse der weißblühenden Mutante soll in den kommenden Jahren durchgeführt werden.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Es wurden lufttrockene Rotkleesamen mit Röntgendosen von 1000 bis 200 000 r bestrahlt. Aus dem bestrahlten Material wurde im Sommer 1952 eine X_1-Generation aufgezogen. Nach Selbstung der X_1-Ge-

neration mit Hilfe von Hummeln und von Hand wurden 1470 voll ausgereifte Samen geerntet, die das Ausgangsmaterial für eine X_2-Generation darstellten.

2. In Keimversuchen, unmittelbar nach der Bestrahlung durchgeführt, zeigte das bestrahlte Saatgut gegenüber dem unbehandelten Kontrollmaterial noch keine faßbaren Unterschiede. Die Keimwerte schwankten zwischen 85 und 100 %, der Kontrollwert lag bei 94 %. Nach einjähriger Lagerung des behandelten Materials war insgesamt ein erhebliches Absinken aller Keimwerte festzustellen. Zwar ließen nach einjähriger Prüfung die Behandlungsreihen mit niedrigen Dosen (1000 bis 17 500 r) gegenüber der Kontrolle noch einen recht charakteristischen Anstieg der Keimprozente erkennen (Werte zwischen 59 und 67 %, Kontrolle 39 %), bei höheren Dosen (ab 20 000 r) war aber ein deutlicher Abfall der Keimwerte gegenüber der Kontrolle zu erkennen. Nach zweijähriger Lagerung des bestrahlten Materials zeigte die Keimfähigkeit bei allen Behandlungsdosen so niedrige Werte, daß eine Dosisabhängigkeit nicht mehr nachweisbar war. Insgesamt zeigten die Keimversuche, daß der Bestrahlungseffekt erst nach etwa einjähriger Lagerungszeit des behandelten Materials deutlich zum Ausdruck kommt, und daß hierbei Röntgendosen von 20 000 r und mehr eine deutlich stärker schädigende Wirkung erkennen lassen als Dosen von 1000 bis 17 500 r (Abb. 1 u. 2).

3. Die an dem bestrahlten Material festgestellten „Auflaufwerte“ sowie die „Überlebenswerte“ zeigten eine weitgehende Dosisabhängigkeit. In beiden Fällen setzte bei Gaben von 25 000 r ein deutlicher Abfall der Kurven ein. Im Bereich zwischen 100 000 und 200 000 r lagen die Auflaufwerte nur noch zwischen 18 und 28 %, die Überlebenswerte zwischen 12 und 15 % (Abb. 3).

Wird unter der „Halbwertsdosis“ mit Freisleben und Lein diejenige Strahlenmenge verstanden, bei der etwa 50 % der bestrahlten Samen noch als entwicklungsfähige Pflanzen vorhanden sind, so liegt die Halbwertsdosis beim Rotklee bei etwa 45 000 r.

4. In der X_1-Generation wurden zahlreiche somatische Mutationen in Form von Chlorophyllschädigungen und Blattdeformierungen festgestellt. Die Häufigkeit der Chlorophyllmutationen nahm mit der Höhe der Röntgendosis zu. Darüber hinaus wurden einige Individuen gefunden, die neben normalen rotgefärbten Blüten Infloreszenzen mit rein weißen Blüten besaßen.

5. Nach Selbstung stark chlorophyllgeschädigter X_1-Sprosse wurden Samen geerntet, aus denen rein albinotisch ausgebildete Keimpflanzen hervorgingen.

6. In der X_2-Generation wurden als Mutanten Pflanzen mit Zwerg- bzw. Riesenwuchs, ferner Formen mit Blattanomalien verschiedener Art sowie Formen mit auffallend starker Behaarung aufgefunden. Darüber hinaus traten einige Individuen auf, die in einem stark mit Mehltau befallenen Bestand nicht von *Erysiphe polygoni* befallen wurden. In

nicht seltenen Fällen waren die Mutanten durch mehrere Abnormitäten zugleich gekennzeichnet. Im einzelnen bedürfen die Mutanten noch einer weiteren genetischen Analyse.

7. Von gewissem züchterischem Interesse dürfte eine rein weißblühende Mutante sein, die sich durch auffallend kurze Kronenröhren auszeichnete. Während die Länge der Kronenröhre normaler Rotkleeblüten bei 9—10 mm liegt, beträgt der Durchschnittswert der Mutante nur 7,07 mm. Damit ergibt sich erneut die Möglichkeit, eine Rotkleeform zu entwickeln, die eine günstige Voraussetzung für bevorzugte Befruchtung durch Bienen eröffnet.

Die Anregung zur vorliegenden Arbeit verdanke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. Scheibe. An dieser Stelle möchte ich ihm für die geistige und materielle Unterstützung, die er meiner Arbeit stets entgegenbrachte, meinen herzlichsten Dank aussprechen. Ebenso möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. W. Gottschalk für seine bereitwillige Hilfe herzlich danken.

VI. Literatur

1. Afanessjeva, D., Die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Zellelemente von Sommerweizen. Protoplasma **25**, 77 (1936).
2. Atabekowa, A. J., Die Wirkung der Röntgenstrahlen ruhender und keimender Samen. Protoplasma **25**, 234—260 (1936).
3. Breider, H., Entwicklungsgeschichtliche genetische Studien über somatische Mutationen bei der Rebe. Züchter **23**, 208—222 (1953).
4. Denffer, D. von, Durch die Behandlung mit 2, 3, 5-Trijodbenzoesäure hervorgerufene Gamophyllien. Ber. dtsch. bot. Ges. **64**, 269—274 (1951).
5. Freisleben, R., u. A. Lein, Vorarbeit zur züchterischen Auswertung röntgeninduzierter Mutationen. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung **25**, 235—283 (1943).
6. Freisleben, R., u. A. Lein, Möglichkeiten und praktische Durchführung der Mutationszüchtung. Kühn-Archiv **60**, 211—225 (1943 44).
7. Fröier, K., Genetical studies on the chlorophyll apparatus in oats and wheat. Hereditas, **32**, 297—406 (1946).
8. Götze, G., Der augenblickliche Stand der Frage einer Rotkleebefruchtung durch die Honigbiene. Züchter **3**, 74—82 (1931).
9. Gustafsson, A., Studies on the genetic basis of chlorophyllformation and the mechanism of induced mutating. Hereditas **24**, 33 bis 93 (1938).
10. Gustafsson, A., The mutation system of chlorophyll apparatus. Lunds Univ. Arsskr. N. F. Avd 2, **36**, 1—40 (1940).
11. Gustafsson, A., Mutationsforschung und Züchtung. Züchter **14**, 57—64 (1942).
12. Gustafsson, A., The X-ray resistance of dormant seeds in some agricultural plants. Hereditas, **30**, 165—178 (1944).
13. Gustafsson, A., Mutations in agricultural plants. Hereditas **33**, 1—100 (1947).

14. Hallquist, C., Chlorophyllmutanten bei Gerste. Hereditas **5**, 48 bis 83 (1924).
15. Hanf, M., Verwachsungen an Laubblättern und in Kompositenköpfchen, verursacht durch wuchsstoffhaltige Unkrautbekämpfungsmittel. Planta **41**, 515—524 (1953).
16. Harder, R., u. A. Oppermann, Einfluß von 2, 3, 5-Trijodbenzoesäure auf die Blütenbildung und vegetative Gestaltung von *Kalanchoë Blossfeldiana*. Planta, **41**, 1—24 (1952).
17. Knapp, E., Mutabilität und physiologischer Zustand. Naturwiss. **27**, 839—840 (1939).
18. Kress, H., Ergebnisse der Röntgenbestrahlungen bei der Gülzower Süßen Gelblupine. Züchter, **23**, 168—172 (1953).
19. Levan, A., Experimentally induced chlorophyll mutants in flax. Hereditas, **30**, 225—230 (1944).
20. Lindhard, E., Der Rotklee, *Trifolium pratense*, bei natürlicher und künstlicher Zuchtwahl. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung **8**, 95—120 (1921).
21. Lutkow, A. N., Reciprocal translocations and gene mutations in *Pisum sativum* induced by X-radiation ofpollen. Bulletin of Appl. Botany, Genetics and Plant-Breeding. Series II, Nr. 7, 411—416 (1937).
22. Lutkow, A. N., Chlorophyllmutations and other types of Hereditary variation in *Hordeum* induced by X-rays. Bulletin of Appl. Botany II 7, 223—225 (1937).
23. Marquardt, H., Untersuchungen über den Formwechsel der Chromosomen im generativen Kern des Pollens und Pollenschlauchs von *Allium* und *Lilium*. Planta **31**, 670 (1941).
24. Neatby, K. W., A chlorophyll mutation in wheat. Journ. of Hered. **24**, 159—162 (1933).
25. Rothe, H., Morophologisch-entwicklungsgeschichtliche und genetische Analyse einer sich variabel manifestierenden Mutation von Antirrhinum majus L. Zeitschr. f. indukt. Abstammung- und Vererbungslehre **84**, 74—132 (1951).
26. Scheibe, A., u. A. Bruns, Eine kurzröhrige weißblühende Mutante bei *Trifolium pratense* nach Röntgenbestrahlung. Angew. Botanik **27**, 70—74 (1953).
27. Schick, R., u. H. Stubbe, Die Gene von *Antirrhinum majus* II. Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre **62**, 249 (1932).
28. Stadler, L. J. (zitiert nach Stubbe, H.), Genmutationen. Handbuch der Vererbungswissenschaften II. Gebr. Borntraeger, Berlin 1928.
29. Stadler L. J., Some genetics effects of X-rays in plants. Journal of Heredity **21**, 1—19 (1930).
30. Stubbe, H., u. G. Bandlow, Mutationsversuche an Kulturpflanzen I. Röntgenbestrahlung an Winter- und Sommergersten. Züchter **17/18**, 365—374 (1946/47).
31. Tedin, O., u. A. Hayberg, Studies on X-ray induced mutations in *Lupinus luteus* L. Hereditas **38**, 267—296 (1952).
32. Wertz, E., Über die Abhängigkeit der Röntgenstrahlenwirkung vom Quellungszustand des Gewebes nach Untersuchungen an Gerstenkörnern. Strahlentherapie I—V **67/68** (1940).
33. Wexelsen, H., Segregations in red clover. Hereditas **16**, 219—240 (1932).

Bericht über die 44. Tagung der Vereinigung für angewandte Botanik vom 6. bis 11. September 1954 in Münster

Die Tagung wurde zusammen mit der Tagung der Deutschen Botanischen Gesellschaft abgehalten und am Montag, dem 6. September, mit einem Begrüßungsabend im Studentenheim der Universität Münster eröffnet.

Dienstag, den 7. September, begrüßte der Präsident der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Herr Professor Dr. Strugger, die Teilnehmer im Festsaal des Universitäts-Hauptgebäudes. Es folgten Begrüßungsansprachen des Rektors Professor Dr. Westermann und des Oberbürgermeisters Dr. Peus. Nachdem dann in feierlicher Form die Ehrenpromotion von Herrn Professor Dr. Frey-Wyssling, Zürich, durch den Prodekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Professor Dr. Rensch, vorgenommen worden war, hielt Herr Frey-Wyssling den einleitenden Vortrag „Über den gegenwärtigen Stand der mikroskopischen und submikroskopischen Strukturforschung in der Zelle".

Es folgte ein Vortrag von

Köhler: Neue Erkenntnisse und Probleme der Virusforschung.

Nachmittags fand die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft statt. Es wurde u. a. beschlossen, die Botanikertagung im nächsten Jahre, einer Einladung von Herrn Professor Dr. Oehlkers folgend, in Freiburg stattfinden zu lassen. Die weitaus überwiegende Mehrheit der Anwesenden entschied sich dafür, als Termin die Woche nach Pfingsten zu wählen.

Anschließend wurden folgende Vorträge gehalten:

Simonis: Weitere Ergebnisse über den Zusammenhang von Phosphathaushalt und Photosynthese.

Kandler: Hemmungsanalyse der lichtabhängigen Phosphorylierung.

Bautz: Untersuchungen über die Mitochondrien von Hefen.

Steiner: Zytomorphologische Beobachtungen bei der Eiweiß- und Fettbildung von Oospora lactis.

Linskens: Das Pollenschlauchwachstum von Petunia, unter besonderer Berücksichtigung der Hemmungsreaktionen von Selbststerilen.

Abends wurden die Tagungsteilnehmer durch den Oberbürgermeister im altehrwürdigen Friedenssaal des Rathauses zu einer kurzen Feierstunde empfangen.

Mittwoch, den 8. September, sprachen in der Vormittagssitzung:

Bünning: Die Meristemoidbildung als Grundsatz pflanzlicher Morphogenese.

Pohl: Zellstreckung und Wuchsstoff.

Beth: Experimentelle Untersuchungen zur Determination der Zellengröße bei Acetabularia.

Kandler: Über die Abhängigkeit des synthetischen Wirkungsgrades isolierter Embryonen von verschiedenen Außenfaktoren.

v. Denffer: Rankenbewegungen I, Grunderscheinungen (Film).

Resch: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Siebröhren.

Roth: Beziehungen zwischen der Histogenese des Blattes und seiner äußeren Gestaltung.

Braun: Entstehung und Veränderung von Borkenmustern.

Berichtigung

In Band XXVIII, Heft 3/4, S. 157, Zeile 5, muß es statt "Fluoreszenzknospen" heißen: "Infloreszenzknospen".

Nachmittags wurde die Generalversammlung unserer Vereinigung abgehalten (siehe S. 158). Es folgten die Vorträge von:

Eifrig: Beobachtung von Fluoreszenzerscheinungen bei der Keimung von Brassiceae.

Zeller: Die Entwicklung von Fluoreszenzknospen einiger Obstgehölze.

Bergann: Einige Konsequenzen der Chimärenforschung für die Pflanzenzüchtung.

Potthoff: Über das Gittermikroskop und seine Bedeutung für die Naturwissenschaften.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft hielt zur gleichen Zeit im Hörsaal des Botanischen Instituts ihre Sitzung ab, so daß leider einige wertvolle Vorträge nicht von allen Teilnehmern gehört werden konnten.

Der Abend vereinte alle Teilnehmer im Zoo-Festsaal zu einem Gesellschaftsabend, der einleitend durch Darbietungen einheimischer Kräfte verschönt wurde.

Am Donnerstag sprachen:

Straub: Polyploidie und Genwirkung.

Kappert: Experimentelle Untersuchungen über die Variabilität eines Apomikten (Taraxacum officinale).

Schwanitz: Über eine Großmutation mit großer Manifestationsbreite bei Linaria maroccana.

Esser: Genetische Untersuchungen an Podospora anserina, ein Beitrag zum Problem der gerichteten Mutationen.

Reese: Euploidie, Aneuploidie und B-Chromosomen bei Caltha palustris L.

Staudt: Die Geschlechtsvererbung bei der diözischen tetraploiden Fragaria orientalis.

Markgraf: Über neuere Pflanzensysteme.

Zimmermann: Das Homologieproblem, erläutert am Beispiel der Stelenphylogenie.

Merksmüller: Beiträge zur Taxonomie der Compositen.

Werth: Die stratigraphischen Grundlagen für eine postglaciale Vegetationsgeschichte Norddeutschlands.

Rathfelder: Die Protoxylementwicklung bei Pulsatilla.

Freitag vormittag wurden noch folgende Vorträge gehalten:

Stocker: Wasser und Assimilationshaushalt südalgerischer Wüstenpflanzen, ein Beitrag zum Xerophyten-Problem.

Härtel: Über die Physiologie und Pathologie der Wachsausscheidungen von Koniferen.

Schötz: Physiologische Untersuchungen an panaschierten Oenotheren.

Heumann: Die Sternbildung durch Rhizobium.

Schander: Beobachtungen und Untersuchungen über die Fruchtgestalt bei Apfel und Birne.

Lieth: Über stoffliche Unterschiede zwischen belichteten und unbelichteten Plasmodien von Didymium eunigripes.

Thaler: Die Leukoplasten von Helleborus.

Busse: Über die Wirkungen von β-Indolylessigsäure auf den Stoffwechsel von Avena-Koleoptilen.

Am Freitagnachmittag war Gelegenheit gegeben, entweder die wissenschaftlichen Institute zu besichtigen oder an einer Wasserburgenfahrt bzw. einer Stadtführung teilzunehmen.

Die Exkursion am Sonnabend führte über Bochum, wo dem Bergbau-Museum ein kurzer Besuch abgestattet wurde, nach Essen-Rellinghausen und nach Kettwig, wo unter Führung von Herrn Dr. Bucksteeg moderne Kläranlagen besichtigt wurden (Belebtschlammverfahren und geschlossene Tropfkörper). Besonderes Interesse erweckten die Versuche in Rellinghausen, durch mit CO_2 gespeiste Algenkulturen die sonst nicht zu beseitigenden Nährstoffe aus dem gereinigten Abwasser weitgehend zu entfernen. Nach dem Mittagessen in Kettwig ging die Fahrt weiter nach Gelsenkirchen, wo Herr Forstassessor Kötter Aufforstungsversuche von Halden und Ödland vorführte und erläuterte. Nach dem Kriege sind in Nordrhein-Westfalen 244 ha Schlacken- und Abraumhalden bepflanzt worden; weitere 500 ha Halden brennen z. Z. noch, werden abgetragen oder weiter aufgeschüttet. Zur Begrünung der Halden haben sich vor allem Lupine und Steinklee bewährt, wenngleich dieser stark von Kaninchen verbissen wird. An Baumarten werden vornehmlich Robinie, Schwarz- und Grauerle, Roteiche (am besten gesät), weiterhin Bergahorn, Pappel und Traubenkirsche verwendet. Die Birke samt sich selbst an, wird aber nicht verpflanzt, da sie zu flach wurzelt.

Einige Düngungsversuche ließen noch keine eindeutigen Ergebnisse erkennen.

Die Rückfahrt durch die Westruper Heide erschloß den Teilnehmern die überraschenden landschaftlichen Schönheiten am Rande des Ruhrgebietes.

Hassebrauk

44. Generalversammlung der Vereinigung für angewandte Botanik am 8. September 1954 in Münster i. W.

In die Teilnehmerliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

Bandlow, Kleinwanzleben
Bercks, Braunschweig
Bommer, Gießen
Bonrath, Leverkusen
Brandenburg, Gießen
v. Denffer, Gießen
Esdorn, Hamburg
Fuchs, Braunschweig
Gooßen, Münster
Härle, Berlin
Hassebrauk, Braunschweig
Heimann, Hannover
Heumann, Braunschweig
Hillmann, Gießen
Holz, Oldenburg
Huber, München
Jaenichen, Hannover
Jahnel, Tharandt
Kersting, Meschede
Knapp, Rosenhof
Krampe, Berlin
Pape, Kiel
Rademacher, Hohenheim
Reinau, Lörrach
Reinmuth, Rostock
Richter, Berlin
Schander, Hannover
Scheibe, Gießen
Schneider, Quedlinburg
Stapp, Braunschweig
Stolze, Oldenburg
Tiegs, Berlin
Uschdraweit, Berlin
Windisch, Berlin
Winkelmann, Münster
Zimmermann, Müncheberg

Der erste Vorsitzende, Herr Stapp, gab zunächst einen Überblick über die Mitgliederbewegung. In der Zeit vom 1. Januar bis 31. Dezember 1953 sind 8 Mitglieder ausgeschieden und 38 neu hinzugekommen, so daß am Ende des vergangenen Jahres 364 Mitglieder der Vereinigung angehörten. Er appellierte an die Anwesenden, mit allen Kräften neue Mitglieder zu werben.

Der Schriftführer berichtete kurz über die Zeitschrift und stellte das Erscheinen noch eines weiteren Heftes zum Ende des Jahres in Aussicht.

Darauf erstattete Herr Richter den Kassenbericht:

	DM		DM
Kassenbestand 31. 12. 1953	5 221,44	Drucklegung	4 506,30
Beiträge	5 350,70	Porto	275,65
Verkauf der Zeitschrift ..	1 485,45	Verwaltungskosten	313,71
Zinsen	108,55	Umsatzsteuer	10,57
Zuwendungen	3 250,—	—	—
	15 416,14		5 106,23

Die Kasse schließt somit mit einem Überschuß von 10 309,91 DM ab.

Die Kasse ist von den Herren H. Müller und Uschdraweit geprüft und für richtig befunden worden. Auf Antrag von Herrn Stapp wurde dem Schatzmeister und dem gesamten Vorstand einstimmig Entlastung erteilt.

Herr Stapp trug die Bitte der indonesischen Regierung vor, sie mit wissenschaftlicher Literatur zu unterstützen. Herr Körnicke unterstützte diese Bitte und gab nähere Erläuterungen.

C. Stapp
1. Vorsitzender

K. Hassebrauk
1. Schriftführer

Besprechungen aus der Literatur

Burgeff, H., Samenkeimung und Kultur europäischer Erdorchideen nebst Versuchen zu ihrer Verbreitung. Verlag Gustav Fischer, Stuttgart 1954. Brosch. 4,— DM.

Ein neuer, aber typischer Burgeff, der für alle wichtig ist, die sich mit dem Anbau unserer einheimischen Orchideen zu befassen haben. Die vom Verf. und seinen Mitarbeitern durchgeführten Versuche wurden vor dem Kriege mit dem Ziel begonnen, der pharmazeutischen Industrie pro Jahr 25 000 kg Salep zuführen zu können. Bleibt es auch weiterhin unmöglich, unsere Erdorchideen in der geforderten Menge am natürlichen Standort zu vermehren, so ist es doch ein wesentlicher Erfolg, wenn Burgeff auf S. 26 schlicht feststellen kann: „Mit der Lochtopf-im-Übertopf"-Methode gelingt es, alle bis jetzt zum Versuche verwandten Erdorchideen ohne jede Schwierigkeit im Gewächshaus zu kultivieren, und zwar unter jährlicher Erstarkung und Vermehrung durch die neben den Mutterpflanzen aufgehenden Sämlinge".

In dieser Weise werden von Burgeff kultiviert:

Orchis mascula	*Epipactis violacea*	*Ophrys arachnites*
Orchis morio	*Cephalanthera rubra*	*Gymnadenia conopea*
Orchis militaris	*Cephalanthera grandiflora*	*Platanthera chlorantha*
Orchis purpurea		*Platanthera bifolia*
Orchis maculata	*Traunsteinera globosa*	*Serapias lingua*
Orchis ustulata	*Ophrys araneifera*	*Listera ovata*
Epipactis rubiginosa	*Ophrys muscifera*	*Cypripedium calceolus*

Wenn man an Hand der sehr ausführlich wiedergegebenen Versuchsprotokolle, die gerade für evtl. später fortzusetzende Versuche sehr wichtig sein können, den Werdegang der Versuche und alle damit verbundenen Schwierigkeiten des Orchideenanbaues verfolgt, dann ist der bisherige Erfolg von Burgeff sehr wesentlich, denn mit den neuen Untersuchungen ist zumindest die Möglichkeit gegeben, die wichtigsten unserer einheimischen Erdorchideen in den botanischen Gärten stärker als bisher zu kultivieren.

U. Ruge, Hannover.

Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Begründet von Paul Sorauer. V. Band. Tierische Schädlinge 2. Teil, 2. Lieferung: Coleoptera. Unter Mitwirkung von G. Dosse, K. Friederichs, F. Heikertinger, A. Horion, H. Kemper, R. Kleine, H. Mühlmann, G. Schmidt, W. Speyer, H. E. Wichmann, E. v. Winning, Fr. Zacher, herausgegeben von H. Blunck. Paul Parey, Berlin und Hamburg 1954. 608 S., 157 Abb., Gr.-8°, Ganzleinen geb. 144,— DM.

Von Sorauers „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" ist nunmehr als dritter der Insektenbände auch der umfangreiche Käferband erschienen. Während diese Insektenordnung in der letzten Ausgabe auf 268 Seiten abgehandelt wurde, umfaßt sie im neuen Band 557 Seiten. Wie auch bei den bereits erschienenen Bänden, so wurden auch hier wiederum sämtliche Kapitel auf den neuesten Stand gebracht, indem — abgesehen von einigen Ausnahmen — fast überall das gesamte fachliche Schrifttum bis zum Jahre 1950 vollständig und späterhin in seinen wichtigsten Neuerscheinungen berück-

sichtigt wurde. Trotz der verhältnismäßig großen Zahl von Mitarbeitern, die der Herausgeber auch diesmal wieder gewinnen mußte, zeichnet sich der vorliegende Band im Gesamtaufbau und der Einzelbearbeitung durch eine bemerkenswerte Einheitlichkeit aus. Diese erfreuliche Tatsache ist sicherlich nicht zuletzt darauf zurückzuführen, daß alle Mitarbeiter in der Praxis des Pflanzenschutzes erfahrene Fachleute sind.

Die dem Text beigegebenen Abbildungen sind im allgemeinen sehr gute Reproduktionen von Lichtbildern, die auf dem glänzenden Kunstdruckpapier bestens zur Geltung kommen. Von den Abbildungen der alten Ausgabe, die unseren heutigen Ansprüchen an Illustrationsmaterial nur noch zum Teil genügen, ist nur weniges übernommen worden. (Um die Übersicht über die mitteleuropäischen Schädlinge zu erleichtern, wäre es vielleicht praktisch, diese gegenüber der großen Zahl der Nicht-Mitteleuropäer durch besonderen Druck hervorzuheben. Vielleicht kann diese Anregung bei späteren Auflagen nützlich sein.)

Daß der vorliegende Band auch in seiner äußeren Aufmachung allen Ansprüchen gerecht wird, ist selbstverständlich. — So sind alle Fachgenossen dem Herausgeber und seinen Mitarbeitern dankbar, daß wieder ein neuer Sorauer-Band erschienen ist, der ihnen bei der täglichen Arbeit in Forschung und Praxis ein wertvoller Helfer sein wird. Mögen auch die noch fehlenden Bände wieder termingerecht erscheinen. P. Steiner, Braunschweig.

Haas, H., Pilze Mitteleuropas, Speisepilze II und Giftpilze. Mit 40 Farbtafeln von Gabriele Gossner. Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1953. Geb. 9,80 DM.

Dem schon 1951 erschienenen 1. Band läßt der Verfasser nunmehr den zweiten Teil folgen, in dem neben weiteren Speisepilzen die wichtigsten Giftpilze und eine Anzahl häufiger vorkommender ungenießbarer Pilze dargestellt werden. Auch diesem zweiten Bande muß uneingeschränktes Lob gezollt werden. Die Farbtafeln von Gabriele Gossner sind kleine Meisterwerke. Sie erfreuen wieder durch ihre Naturtreue und zeigen verschiedene Entwicklungsstadien und den charakteristischen Typus der einzelnen Arten am natürlichen Standort. Der den Tafeln beigegebene Text bringt Kennzeichen sowie Angaben über Vorkommen, Wert und Verwechslungsmöglichkeiten. Er entspricht dem heutigen Stand unserer Kenntnisse und ist bei aller Kürze erschöpfend und klar verständlich. Auf die Tafeln folgt eine Bestimmungsübersicht, die im Verein mit dem Gattungs-Bestimmungsschlüssel des ersten Bandes verwendet werden soll. Es sind in dieser Übersicht 556 Arten, d. h. etwa 1/6 der mitteleuropäischen Pilzflora, kurz beschrieben. Ein Index der lateinischen und deutschen Namen beschließt den Band. Neben Jahns' Taschenbuch verfügen wir nunmehr noch über ein weiteres treffliches Pilzbestimmungsbuch, das den vergriffenen Gramberg verschmerzen läßt. Dem Verlag gebührt Dank, daß er auch diesen zweiten Band bei unverminderter Qualität zum gleichen niedrigen Preise herausgebracht hat. Hassebrauk, Braunschweig.

Huber, B., und Rouschal, Christine, Mikrophotographischer Atlas mediterraner Hölzer. Fritz Haller Verlag, Berlin-Grunewald 1954. 105 S., 46 Tafeln m. 184 Abb., Hln. 28,— DM.

Die Verf. schenken der Fachwelt mit diesem mikrophotographischen Atlas mediterraner Hölzer eine wertvolle Erweiterung bzw. Ergänzung der schon vorliegenden Atlanten von Schmidt und von Holdheide. Es werden

73 verschiedene Holzarten beschrieben. Neben der Diagnose finden sich photographische Wiedergaben der drei Hauptschnitte, die durchweg als vorzüglich zu bezeichnen sind. In der Diagnose ist von einer ausführlichen Beschreibung weitgehend abgesehen, und statt dessen sind die unterscheidenden Merkmale besonders hervorgehoben. Dies ist ein sehr zu begrüßender Entschluß der Verf., der eine schnellere Orientierung ermöglicht. Im Anschluß an die Diagnosen werden jeweils die Lochnummern für die Loch-Sortierkarteien angeführt. Den Beschluß des Atlas bildet eine vergleichend anatomisch-physiologische Betrachtung der mediterranen Hölzer gegenüber tropischen und mitteleuropäischen Hölzern. Es werden damit Fragen angeschnitten, deren weitere systematische Bearbeitung reiche physiologische und entwicklungsgeschichtliche Erkenntnisse verspricht. Der Atlas, den der Verlag in der bekannten Weise vorzüglich ausgestattet hat, wird nicht nur in den engeren, unmittelbar am Holz interessierten Kreisen seine dankbaren Abnehmer finden.

Hassebrauk, Braunschweig.

Klapp, E., Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. 4. neubearbeitete Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1954. 415 S., 192 Abb., 1 Farbtafel, geb. 25,— DM.

Das bekannte Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues, das längst zu einem Begriff und zu einem festen Bestandteil des deutschen landwirtschaftlichen Lehrschrifttumes geworden ist, liegt nunmehr in der vierten Auflage vor, die sich würdig an die voraufgegangenen anreiht. Bei unveränderter Grundgestaltung ist bei der Bearbeitung des Stoffes den neuesten Erkenntnissen Rechnung getragen worden. Man ist wieder überrascht, welche Inhaltsfülle hier auf engstem Raum geboten wird und wie meisterhaft es der Verf. versteht, eine übersichtliche Gesamtschau der beiden eng gekoppelten Fachgebiete zu geben und dabei von dem umfangreichen und weitverzweigten Stoff immer das Wesentliche herauszuschälen.

In der ersten Hälfte des Buches werden die ackerbaulichen Grundlagen in sieben großen Kapiteln über pflanzliche Lebensvorgänge, Klima, Bodenkunde, Düngung, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Saat- und Pflegearbeit behandelt, während die zweite Hälfte die spezielle Betrachtung der Kulturpflanzen bringt, die ebenfalls in sieben Gruppen als Mehlfrüchte, Hülsenfrüchte, Ölfrüchte, Hackfrüchte, Blattfrüchte, Faserpflanzen und Futterpflanzen zusammengefaßt werden. Den Abschluß bilden drei kurze Tabellen über Saat und Pflanzung, Nährstoffentzug und Düngerbedarf sowie ein Sachverzeichnis. Unter den vermehrten Abbildungen ist besonders die vorzügliche farbige Tafel der wichtigsten Bodentypen Deutschlands hervorzuheben.

Das Werk ist bereits zu bekannt, als daß es notwendig wäre, eine Empfehlung auszusprechen. Das Erscheinen der neuen Auflage wird nicht nur von den Studierenden des Landbaues lebhaft begrüßt werden, sondern auch fortschrittliche Praktiker sowie die verschiedensten Kreise, die sich von Berufs wegen mit Fragen des Acker- und Pflanzenbaues zu befassen haben, werden aus der Lektüre dieses Buches Nutzen ziehen.

H. Richter, Berlin-Dahlem.

Klapp, E., Wiesen und Weiden. 2. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1954. 527 S., 175 Abb. Ganzleinen 33,60 DM.

Fast 200 Seiten hat das Werk Klapps seit der 1. Auflage vom Jahre 1938 an Umfang gewonnen und ist damit praktisch zu einem Handbuch der Grün-

landforschung geworden. Bedeutender, als es im Umfang zum Ausdruck kommt, ist aber noch die Bereicherung des Inhalts, der kaum eine Frage unbeantwortet läßt. In der Unterteilung des Inhalts, deren drei Hauptabschnitte sich auf 1. Stellung, Wesensart und Zustand des Grünlandes, 2. Pflege, Düngung und Verbesserung des Grünlandes und 3. Grünlandnutzung und Futterwerbung beziehen, kommt diese Fülle nicht einmal klar zum Ausdruck. Erst wenn man die Unterabschnitte durchsieht, erkennt man die Fülle des Gebotenen. Besonders klar herausgearbeitet sind die Merkmale der Eigenständigkeit des Grünlandes und ihrer Gesetzmäßigkeiten, deren Sonderstellung gegenüber anderen Kulturarten sich wie ein roter Faden durch das ganze Buch zieht. Neben ausgezeichneten Abbildungen ergänzen zahlreiche Tabellen als Demonstrationen neuer Versuchsergebnisse der ganzen Welt den Text in glücklicher Weise. Im Rahmen des Ganzen erscheinen allerdings die Pflanzenschutzmaßnahmen etwas kurz behandelt. Das gilt sowohl für die chemische Seite der Unkrautbekämpfung als auch für die Beurteilung der Rolle von tierischen Schädlingen. Die Schädigung der mitteldeutschen Gebirgswiesen durch Engerlinge, besonders des Gartenlaubkäfers, hat in den letzten Jahren vielfach ernste Schäden hervorgerufen. Zu diesen Dingen wäre sowohl vom Standpunkt der Pflanzenhygiene als auch der Schädlingsbekämpfung noch einiges zu sagen gewesen. In der Literaturübersicht vermißt man leider fast ganz Veröffentlichungen ostdeutscher Autoren. Es wäre bedauerlich, wenn diese Literatur in Zukunft vernachlässigt würde. Besondere Empfehlungen braucht man diesem Buch nicht mit auf den Weg zu geben, da es für sich selber spricht.

Hey, Berlin.

Kobel, F., Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage. 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1954. 348 S., 100 Abb. Ganzleinen 39,60 DM.

Kobels „Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage", ein Buch, das 1931 in erster Auflage erschien, war in der einschlägigen Literatur bereits zu einem Begriff geworden. Seit vielen Jahren im Buchhandel nicht mehr erhältlich, wurde das Fehlen dieses Werkes vielfach als eine empfindliche Lücke empfunden, so daß das Erscheinen einer Neuauflage allgemein begrüßt werden wird. An Umfang ist das Buch nur unwesentlich gewachsen, auch hat es sein altes Gewand beibehalten. Wie damals steht der Obstbaum selbst, seine Biologie und Physiologie im Brennpunkt des Interesses. Während früher zahlreiche Lücken unserer speziellen Kenntnisse der Obstbäume durch Ergebnisse und Erkenntnisse ergänzt werden mußten, die an anderen botanischen Objekten gefunden worden waren, konnten jetzt vielfach neue am Obst selbst durchgeführte Untersuchungen eingesetzt werden, wobei mit strenger Auswahl auch allerneueste Literatur berücksichtigt wurde. In fast allen Teilgebieten kann sich der Verf. auf eigene Untersuchungen und Beobachtungen und auf die seiner Mitarbeiter stützen, so daß er wie kaum ein anderer dazu berufen ist, die umfangreiche einschlägige Literatur zu sichten und zu koordinieren. Verschiedene Abschnitte sind beträchtlich erweitert bzw. neu aufgenommen worden, wie z. B. jene über das vegetative Wachstum, über die mineralische Ernährung und die Mangelerscheinungen, über die Wuchs- und Wirkstoffe, über die Erscheinungen der Jugend- und Altersformen u. a. m. Die Zahl der Abbildungen wurde fast auf das Doppelte erhöht, viele wurden durch bessere ersetzt. Nicht

nur in der Hand des Obstbauwissenschaftlers, sondern auch in der des allgemeien Botanikers dürfte das Buch für Lehrer und Schüler als ein wertvolles Standardwerk anzusehen sein.

Schander, Sarstedt.

Lundegårdh, H., Klima und Boden. 4. verbesserte Auflage. Verlag Gustav Fischer, Jena 1954. 598 S., 127 Abb., 2 Karten. Ganzleinen geb. 32,— DM.

Dieses altbekannte Buch, dessen erste Auflage 1925 eine kleine Sensation war, ist in Form und Inhalt ein eigenwilliges Werk geblieben, dessen Eigenart nicht jedem behagen wird. Von handbuchähnlichen und selbst konglomeratartig gefüllten Abschnitten gibt es alle Übergänge zu lehrbuchartigen, zum Teil bedingt durch die Art der Probleme. Nicht weniges, nicht nur die reichlich zitierte Literatur, erscheint als Anmerkung, wodurch das Vorhaben einer raschen Überschau geradezu zu einem Hindernisrennen wird. Ältere Literatur, die oft im Gegensatz zu ihrer Bedeutung schon vielfach in der Versenkung zu verschwinden beginnt, wird dankenswert reichlich zitiert. Im übrigen sieht man immer wieder, wieviel selbst einfache und nicht uninteressante Probleme der exakten Ökologie usw., genau betrachtet, noch ungelöst sind. Auf die experimentellen Forschungsmittel wird vielfach hingewiesen Die gemäßigte Zone findet besonders eingehende Behandlung.

Die einzelnen Kapitel befassen sich mit dem Lichtfaktor, dem Temperaturfaktor, dem Wasserfaktor, dem Boden nach Bildung, physikalischen und chemischen Eigenschaften, mit den Mikroorganismen und dem Kohlensäurefaktor. Das Schlußkapitel stellt die leitenden Prinzipien der experimentell ökologischen Forschung heraus; den Artbegriff und seine Untergruppen in der Ökologie, und vor allem das Problem der Anpassung; schließlich folgt eine kurze allgemeine Erörterung über die Pflanzengesellschaften. Jeweils wird der betreffende Faktor zuerst nach Art des Physiologen besprochen, wobei die Beachtung sonst oft wenig erwähnter Tatsachen und Probleme erfreut, worauf die Anwendung auf die Ökologie erfolgt. Ein inhaltsreiches und wissenschaftlich zuverlässiges, im guten Sinne originelles, übrigens auch sehr gut ausgestattetes und im Verhältnis dazu nicht teueres Werk eines vielerfahrenen und erfolgreichen Forschers, das gerade wegen seiner Eigenart dem fortgeschrittenen Studenten wie dem Fachmann in gleicher Weise sehr förderlich sein kann. Das Erscheinen einer 4. Auflage beweist die Richtigkeit dieser Meinung.

Schmucker, Hann.Münden.

Molisch, H., Anatomie der Pflanze. 6., neubearbeitete Auflage von Karl Höfler. Gustav Fischer, Jena 1954. 180 S., 171 Abb. Geb. 8,— DM.

Wenn die „Anatomie der Pflanze" nunmehr schon in 6. Auflage erscheinen konnte — die 5. und 6. Auflage besorgte K. Höfler —, so ist das als ein Beweis für die Beliebtheit dieses Werkes anzusehen. Auch die „Anatomie" trägt das besondere Gepräge der Schriften Molischs. Ein großer Vorzug der Darstellung ist darin zu sehen, daß die anatomischen Verhältnisse sowohl bei den höheren als auch bei den niederen Pflanzen an Hand einer großen Anzahl von Abbildungen erörtert werden, unter denen sich zahlreiche Originale befinden. Neben dem rein anatomischen Aufbau der Zellen und Gewebe werden auch deren Mikrochemie und neuerdings auch

die Protoplasmatik weitgehend berücksichtigt; vielfach tragen auch physiologische Erörterungen zur Vertiefung der Darstellung bei. Auch in der 6. Auflage hat Höfler Text und Aufbau des Molisch'schen Werkes weitgehend erhalten, wenn auch zahlreiche Ergänzungen angebracht wurden.

Auf einige Kleinigkeiten soll hier hingewiesen werden, welche bei einer weiteren Auflage Berücksichtigung finden könnten. Bei der Erläuterung des Sphäritenkreuzes der Stärkekörner im polarisierten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren (S. 33) sollte heute nicht mehr gesagt werden, daß diese „aus lauter haarförmigen, radiär gelagerten Kriställchen" aufgebaut sind. Die Stahlsche Hypothese, welche die Raphiden als Schutzmittel gegen Schneckenfraß ansah, kann heute wohl als überholt gelten (S. 38). In diesem Zusammenhang kann auch der Raphidengehalt der Blätter von *Arum maculatum* nicht für die brennende Wirkung beim Kauen verantwortlich gemacht werden, sondern in allen Teilen der Pflanze enthaltene flüchtige Stoffe, welche auf den Schleimhäuten Blasen ziehen, beim Kochen aber verschwinden. Bei der Darstellung der Zystolithen wäre es wünschenswert, wenn auch die Zellulosegrundlage angegeben würde, auf der die Ausscheidungen von kohlensaurem Kalk erfolgen. Das Inulin, kolloid gelöst, stellt wahrscheinlich einen Ring aus 30 Fruktoseresten dar (S. 41). Bei der Besprechung der Moosblättchen (S. 134) vermißt man die Erwähnung des bemerkenswerten von *Polytrichum*. Die Darstellung des sekundären Dickenwachstums läßt die Erwähnung des *Helianthus*typus mit der Bildung von Zwischenbündeln vermissen (S. 150). Im Abschnitt Bauprinzip des mechanischen Gewebes wäre es sehr wünschenswert, wenn außer dem mechanischen Prinzip Schwendeners (1874) mit seinen T-Trägern auch die Verbundbaulehre von Rasdorsky (1927/28) diskutiert würde, welche den Bauverhältnissen der Pflanzenorgane näher kommt. L. Jost hat diese schon in die 2. Auflage des Handwörterbuches der Naturwissenschaften aufgenommen. — Diese Bemerkungen können selbstverstnädlich den hohen Wert des sehr empfehlenswerten und beliebten Buches nicht beeinträchtigen.

A. Th. Czaja, Aachen.

Moritz, O., Einführung in die allgemeine Pharmakognosie. 2. Auflage. Gustav Fischer, Jena 1953. 424 S. Ganzleinen 16,50 DM.

Bereits die 1. Auflage der Einführung in die Pharmakognosie zeichnete sich dadurch aus, daß Moritz es verstanden hatte, die großen Zusammenhänge in der Pharmakognosie aufzuzeichnen und sie dem Leser in klarer Form verständlich zu machen. Dabei verzichtete er bewußt darauf, den warenkundlichen Teil der Pharmakognosie, wie Morphologie und Anatomie der Drogen, zu bringen, da für diesen Teil genügend befriedigende Lehrbücher vorhanden sind. Dagegen behandelte er nach einem biochemisch ausgerichteten System in erster Linie die physiologisch wirksamen Inhaltsstoffe der Heilmittel. Diesem Prinzip ist er auch in der 2. Auflage gefolgt, die nicht nur die an sie gestellten Erwartungen erfüllt, sondern bei weitem übertrifft, indem der Charakter der allgemeinen Pharmakognosie noch stärker betont wird durch Einarbeitung moderner Anschauungen über die Biochemie der Wirkstoffe der Drogen als Grundlage ihrer pharmazeutischen Aufarbeitung und ihrer medizinischen Verwertung. Die Fortschritte der letzten Jahre besonders in der Biochemie sind weitestgehend berücksichtigt worden. Durch geschickten Umbau einzelner Kapitel ergibt sich wiederum ein klares Bild über den heutigen Stand unserer Erkenntnisse auf dem Gebiet der Pharma-

kognosie oder, wie Moritz sie mit Recht verstanden wissen will, der pharmazeutischen Biologie.

Nach einer Einführung über die Wirkungsmöglichkeiten der Arzneistoffe werden im ersten Hauptteil essentielle Wirkstoffe gebracht. Als solche bezeichnet Moritz dabei diejenigen, die der Organismus normalerweise selber bildet oder in seiner Nahrung als lebenswichtige Bestandteile vorfindet. Ihr Fehlen bewirkt Krankheiten, die nur durch Zufuhr des Mangelnden geheilt werden können. Dementsprechend behandelt der 1. Hauptteil Antikörper einschließlich der wichtigsten Antigene, Fermente, Hormone und essentielle exogene Wirkstoffe, d. h. solche, die nicht vom Organismus erzeugt werden, sondern mit der Nahrung aufgenommen werden müssen, wie die herkömmlicherweise als „Vitamine" bezeichneten Stoffgruppen, aber auch essentielle exogene Aminosäuren und lebenswichtige anorganische Stoffe. Vergleicht man diesen ersten Hauptteil der vorliegenden Auflage mit dem der ersten, so tritt besonders deutlich hervor, wie meisterhaft der Verfasser es verstanden hat, in gedrängter Form den heutigen Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiet in klarer Form wiederzugeben und gleichzeitig das Verständnis des im ersten Kapitel vermittelten Wissens zu vertiefen und auf die weiteren Kapitel vorzubereiten.

Der zweite Hauptteil, der den größten Raum einnimmt, befaßt sich mit den akzidentellen Wirkstoffen, d. h. solchen, die nicht im normalen Funktionsplan des menschlichen und tierischen Organismus vorgesehen sind, sondern nur zufällig in diesen Plan eingreifen. Da diese akzidentellen Wirkstoffe in erster Linie Produkte des pflanzlichen Stoffwechsels sind, wird zunächst eine Übersicht dieses Stoffwechselgeschehens und besonders der Photosynthese gegeben. Mit den stickstoffreien Wirkstoffen und ihren Trägern befassen sich die nächsten Kapitel. Die Gruppen der Saccharide, aliphatischen Säuren, Steroide, ätherischen Öle und Harze (Terpen- und Phenoylpropan-Körper), Gerbstoffe und Gerbstoffverwandten werden abgehandelt. Ein Abschnitt über Träger schwerer klassifizierbarer Wirkstoffe beschließt die Darstellung der stickstoffreien Wirkstoffe, in denen die alte und überholte Einteilung der glykosidhaltigen Drogen fallengelassen wurde.

Es folgt eine Behandlung der Grundlinien des Stickstoffumsatzes der Organismen und der stickstoffhaltigen Wirkstoffe mit Ausnahme der Alkaloide. Die Alkaloide werden im nächsten Kapitel unter besonderer Berücksichtigung der Möglichkeiten ihres Anschlusses an einfachere Stoffe und moderner Anschauungen über Bildung und Bildungsort dargestellt.

Das vorletzte Kapitel bringt eine Zusammenfassung über lebende Organismen (Viren, Bakterien, Hirudo) als Heilmittel. Abschließend wird ein Überblick über Probleme der Auffindung, der Einbürgerung, der Züchtung, des Anbaus und der Verarbeitung von Heilpflanzen gegeben.

Wir müssen dem Verfasser dankbar sein, daß er in so tiefschürfender Weise diese neue Einführung in das Gebiet der allgemeinen Pharmakognosie herausgebracht hat. Ein Pharmazeut, der sich ernstlich mit diesem Lehrbuch befaßt hat, nimmt ein ausgezeichnetes Rüstzeug mit in seinen Beruf. Darüber hinaus wird das Buch auch den Vertretern der Nachbardisziplinen, wie der angewandten Pflanzenphysiologie, wertvolle Aufschlüsse und Richtlinien geben.

Hervorgehoben sei noch, daß die neue Auflage trotz vermehrten Umfanges und guter Ausstattung zum gleichen Preis wie die erste Auflage vom Verlag herausgebracht wird.

Esdorn, Hamburg.

Rademacher, Bernhard, Krankheiten und Schädlinge im Acker- und Feldgemüsebau. 2. erweiterte Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart / z. Z. Ludwigsburg 1954. 261 S., 126 Abb., 3 Farbtafeln. Ganzleinen 13,— DM.

Ein pflanzenschutzliches Fachbuch, welches sich in erster Linie an den fortschrittlichen Praktiker und den Wirtschaftsberater wendet, wie das bei Rademacher der Fall ist, muß besonderen Wert auf eine sorgfältige Darstellung neuzeitlicher Bekämpfungsmaßnahmen legen. Bei der stürmischen Vorwärtsentwicklung im Pflanzenschutz sind solche Bücher leider sehr rasch veraltet. Alle Interessenten werden es daher dankbar begrüßen, daß das schon seit längerer Zeit vergriffene Buch in seiner 2. Auflage auf den neuesten Stand gebracht worden ist.

Die Neuauflage hat die notwendigen Erweiterungen und Ergänzungen erfahren und mußte damit wesentlich an Umfang zunehmen. Die Übersichtlichkeit des Buches hat dadurch aber keinesfalls gelitten. Eine Anzahl von Krankheiten und Schädlingen wurde neu aufgenommen, bei anderen wurden insbesondere die Bekämpfungsmaßnahmen entsprechend neueren Erkenntnissen ausführlich behandelt, und der Abschnitt über die chemischen Bekämpfungsmittel ist wesentlich erweitert worden. Erfreulich ist auch, daß die Anzahl der Abbildungen, die fast sämtlich recht gut und instruktiv sind, um ein Drittel vermehrt worden ist.

Im Gegensatz zu mancher Neuerscheinung der jüngsten Zeit ist es besonders wohltuend, feststellen zu können, daß längst überholte Bekämpfungsmaßnahmen keinen Platz finden und nur Ratschläge über die Abwehr von Krankheiten und Schädlingen erteilt werden, welche in der Praxis auch durchführbar sind. Man erkennt daran sofort, daß der Verfasser des Buches den so nötigen Kontakt mit der landwirtschaftlichen Praxis hat. Die Neuauflage gewinnt damit ihren besonderen Wert für den Praktiker und den Wirtschaftsberater, wird aber auch den Studierenden der Landwirtschaft gute Dienste leisten. Einige kleine Ungenauigkeiten, wie die Sperlingsbekämpfung mit Giftgetreide und die Aufzählung der Rattenbekämpfungsmittel ohne Cumarinköder, sind für den Ratsuchenden ohne Belang. Der Verlag hat zur Ausstattung des Buches das Seine getan.

Scheibe, Hannover.

Personalnachrichten

Unserem Mitglied Prof. Dr. Fritz Alten, Hannover, wurde ein Lehrauftrag für das Gebiet „Düngungsprobleme der europäischen und außereuropäischen Landwirtschaft" an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Göttingen erteilt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Erwin Bünning, Tübingen, wurde von der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen zum Korrespondierenden Mitglied der Mathematisch-Physikalischen Klasse gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. O. Fischnich, Braunschweig-Völkenrode, hat sich an die Naturwissenschaftlich-Philosophische Fakultät der Technischen Hochschule Braunschweig umhabilitiert.

Unser Mitglied Prof. Dr. Richard Harder, Göttingen, wurde zum Korrespondierenden Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München gewählt. Er war außerdem Ehrenpräsident des 8. Internationalen Botanikerkongresses in Paris.

Unser Mitglied Privatdozent Regierungsrat Dr. Kurt Hassebrauk, Braunschweig, ist bis auf weiteres beauftragt, an der Technischen Hochschule Braunschweig den o. Lehrstuhl für Botanik und die Dienstgeschäfte des Direktors des Botanischen Instituts vertretungsweise wahrzunehmen.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

Dame, Dr. Felix, Landwirtschaftsrat, (21a) Herford (Westf.), Ravensberger Straße 6.

Gerlach, Dr. Wolfgang, Diplomgärtner, Wissenschaftlicher Angestellter am Institut für Mykologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Straße 19.

Graskemper, Dr. Maximilian, (21a) Paderborn, Friedrich-Ebert-Str. 7.

Springer, Dr. U., Stellv. Direktor der Bayerischen Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, (13b) München 23, Königinstr. 36.

Stahl, Dr. Marianne, Wissenschaftl. Angestellte beim Pflanzenschutzamt, (14a) Stuttgart, Hohenheimer Str. 97.

Anschriftenänderungen und Berichtigungen

Bömeke, Dr. Heinrich, Jork, ist zu streichen.

Kühl, Dr. Rolf, (20a) Hameln, Buchholzkamp 10.

Mayer, Dr. Karl, ist zu streichen.

De Mol van Oud Loosdrecht, Dr. E. W., Amsterdam C, Nieuw Herengracht 87, Laboratorium voor Sierplantenonderzoek en Stralengenetiek.

Scharf, Josef, Regierungsdirektor, ist zu streichen.

Staudermann, Dr. W., (16) Frankfurt (Main), Beethovenstr. 13.

Druck: Deutsche Zentraldruckerei AG., Berlin SW 11, Dessauer Str. 6/7

Über einige beachtenswerte Feldunkräuter in Afghanistan und ihre landwirtschaftliche Bedeutung

Von

H. F. Neubauer, Bandung

Mit 6 Abb.

Es soll an dieser Stelle keineswegs der Versuch unternommen werden, eine vollständige Liste der in Afghanistan vorkommenden Feldunkräuter zusammenzustellen. Die häufigeren unter ihnen sind ja zur Genüge bekannt, wie z. B. *Centaurea depressa* M. B., die in den Getreidefeldern ebenso häufig im Orient unsere *Centaurea cyanus* vertritt.

Aus Reisebeschreibungen dürfte es ebenso wohlbekannt sein, daß besonders in der Umgebung des Städtchens Istalif, westlich von Kabul, rote und auch weiße T u l p e n so zahlreich auf den Feldern vorkommen, daß im Frühling bald nach der Schneeschmelze das frische Grün der jungen Saaten in einen bunten Teppich verwandelt erscheint. Diese Tulpen sind jedoch nicht ausschließlich Feldunkräuter, sie kommen in der umliegenden unkultivierten Steppe ebenfalls vor, doch nicht so häufig und nicht so üppig. Es ist eine Frage, ob die Tulpe speziell in der Umgebung von Istalif beheimatet ist oder ob sie hier bloß verwilderte. Die erste Annahme dürfte wohl die richtigere sein. Da in diesem Bezirk noch mehrere andere, nicht häufige Pflanzenarten nebeneinander vorkommen, scheint diese Gegend zu klimatisch und edaphisch begünstigteren Bezirken Afghanistans zu zählen. Den Tulpen aber scheint die landesübliche Methode der Feldbestellung besonders zuzusagen. Andererseits gibt es aber unter den Tulpen hier Formen, die sich durch eine hellere Farbe und kräftigeren Wuchs auszeichnen. Sollten diese Formen vielleicht wirklich Kulturflüchtlinge sein? Man erzählt sich in dieser Gegend, daß in früherer Zeit einmal ein Fürst Tulpen aus Iran für seinen Garten habe kommen lassen, von welchen alle diese Tulpen hier abstammen sollen. Sehr glaubhaft scheint diese Geschichte nun nicht gerade zu sein. Heute jedenfalls wird die Tulpe nicht einmal in Istalif selbst kultiviert, es wäre denn, daß sie in den Gartenflächen ohnedies schon vorhanden war, in denen sie sich weiterhin erhalten kann. Irgendwelchen Wert besitzt diese Tulpe hier nicht, wenn man davon absieht, daß die Bauernkinder dem Ausflügler aus Kabul für ein angemessenes Backschisch gerne einen Riesenstrauß einsammeln.

Viel bemerkenswerter war einmal die Feststellung einer Tamariske (*Tamarix salina* Dyer) als „Unkraut" in den Weizenfeldern bei dem Orte Sayat an der Straße zwischen Pul-e-Khomri und Taschkurgan (Abb. 1). In diesem ausgedehnten Talboden finden sich einige quellige Stellen, die auch während des Sommers nie ganz austrocknen. Die starke Verdunstung, gespeist durch das Grundwasser, bedingt hier eine kräftige

‚Schora'-Bildung, das sind Salzausblühungen an der Bodenoberfläche, Verhältnisse, die der Tamariske zusagen. Der Grundwasserspiegel ist überall, auch wo keine Quellen zutage treten, in geringer Tiefe. Früher einmal mag die ganze Talfläche eine salzig-versumpfte Grasfläche gewesen sein, mit den Tamariskenbüschen als Charakterarten. Heute dient das ganze Tal vorwiegend dem Weizenbau, und es scheint noch gar nicht allzulange her zu sein, daß dieses Tal landwirtschaftlicher Bearbeitung unterworfen worden war. Wie aber sieht diese Bearbeitung aus?

Der afghanische Bauer pflügt, wie seit urdenklichen Zeiten, mit einem einfachen Holzpfluge. Im wesentlichen besteht dieser Pflug aus einem krummen Holzscheit, dem eine Eisenspitze aufgesteckt ist. (Kein Stahl!) (Abb. 2). Am oberen Ende ist als Handhabe ein kleines Querholz eingelassen, wodurch die Führung dieses Pfluges erleichtert wird. Die Deichsel ist in diesem Pflugholz etwas über der Linie eingelassen, die eben das Bodenniveau markiert, wenn der Pflug in Verwendung ist. Die Zugochsen (nur in Nordwest-Afghanistan, in Turkestan, werden Pferde zum Pflügen verwendet) sind stets im Joch angespannt.

Mit diesem Gerät wird der Boden kreuz und quer aufgerissen. Die Schollen aber werden nicht gestürzt; und von einem Abschneiden der Wurzeln an der Pflugsohle kann keine Rede sein. Im Gegenteil, der Wurzelhals dieser Tamarisken wird kaum viel beschädigt und weicht dem Pfluge aus. So können sich diese Pflanzen noch lange, vielleicht sogar dauernd auf diesen Feldern als ‚Unkräuter' erhalten. Auf den Ertrag dieser Felder scheinen sie keinen nennenswerten Einfluß auszuüben, da die Bodennutzung hierzulande ohnedies nicht intensiv betrieben wird. Ihre wirtschaftliche Bedeutung aber ist darin gelegen, daß die Bauern die Büsche im Herbst abschlagen und das Reisig im Winter als Brennmaterial verwenden.

Im mittleren Teile Nordafghanistans trifft man sehr häufig *Prosopis stephaniana* Spreng. in den Feldern an, mitunter so häufig, daß die abgeernteten Felder im Herbst den Eindruck reiner *Prosopis*-Bestände vermitteln (Abb. 3). Solche Reinbestände sind nicht so selten. In der Regel aber ist sie mit Kameldorn *(Alhagi camelorum)* mehr oder weniger stark untermischt. *Prosopis* scheint in diesem Landstrich keiner besonderen Nutzung unterworfen zu sein, wenn sie auch mitunter, besonders wo sie sehr üppig gedeiht, im Herbst ausgehackt und gebündelt als Brennmaterial eingebracht wird. Ihre Bedeutung ist aber auf einem anderen Gebiete zu suchen. Die Einwohner behaupten nämlich, daß die Felder um so besser wären, je mehr sie mit *Prosopis* verunkrautet sind. Und das ist durchaus verständlich, da doch beide Pflanzen *(Prosopis* und *Alhagi)* zur Familie der Leguminosen gehören. Es ist wohl anzunehmen, daß beide in Afghanistan etwa dieselbe Rolle spielen wie bei uns Kleesorten und andere Leguminosen im Fruchtwechsel, nämlich die Rolle eines Bodenverbesserers und Stickstoffsammlers.

Auch in diesem Landesteil ist es lediglich nur die Form des Pfluges, oder richtiger der Pflugspitze (denn eine Pflugschar ist das ja keinesfalls zu nennen), sowie der Umstand, daß mit diesem Gerät die Schollen nicht

gestürzt werden, welche diese beiden Pflanzen als Unkräuter auf den Feldern erhalten. In der Regel gedeihen sie auch in den Feldern viel üppiger und zahlreicher als in der unkultivierten Steppe daneben. Dafür ist nicht allein die Lockerung des Bodens verantwortlich zu machen, sondern zum Teil wohl auch die mehrmalige Bewässerung der Felder vor der Weizenreife.

Peganum harmala L. und *Sophora alopecuroides* L. kommen in den Feldern selbst als Unkräuter kaum vor; *Peganum* im besonderen ist eine ausgesprochene Steppenpflanze, während *Sophora* in der weiten Steppe kaum vorkommt, dafür aber mit Vorliebe die Nähe der kultivierten Flächen bevorzugt und besonders gern auch die Feldraine besiedelt. Ihre Bedeutung für den Feldgemüsebau aber dürfte in Europa ganz unbekannt sein, weswegen sie hier erwähnt werden sollen.

Im Mai etwa, wenn diese Pflanzen ungefähr 20 bis 30 cm hoch geworden sind, sammeln die Bauern ihr grünes Kraut, das sie dann in Eselladungen auf die Felder bringen, wo sie Melonen und Kürbisse säen wollen. In der Umgebung von Kabul sieht man sie fast nur *Sophora* einsammeln, in anderen Bezirken, wo diese Pflanze fehlt — so wurde mir mitgeteilt —, wird *Peganum* in der gleichen Weise gebraucht.

Wegen der notwendigen Bewässerung werden die Felder, die für Kürbis oder Melone, Tomaten oder ähnliche Gemüsearten vorgesehen sind, durch gut 40 cm tiefe und breite Bewässerungsgräben in Beete geteilt. Die Anlage dieser Gräben ist eine sehr schwere Arbeit, die stets von zwei Männern gemeinsam verrichtet wird. Erst wird das Feld kreuz und quer gepflügt. Beim Ziehen der Gräben führt ein Mann die breite Schippe mit übergroßem Blatt, das etwas gerundet ist, um das Erdreich besser zu fassen, während der zweite Mann, dem ersten gegenüber stehend, an einem Seil zieht, das am Stiel der Schippe dicht über dem Blatt befestigt ist. Nachdem diese Arbeit beendet ist, wird Wasser eingeleitet, einerseits um den Boden vor der Saat gut zu durchfeuchten, andererseits aber, um die Wasserlinie festzustellen.

Etwas über dieser Linie, bis zu welcher das Wasser bei Füllung der Gräben zu stehen kommt, wird nun in der Böschung ein Loch gegraben und in dieses Loch wird ein etwa gut faustgroßes, festgeballtes Bündel des grünen *Sophora*-Krautes gestopft. Das Loch wird nun mit einer kleinen Schicht Erdreich bedeckt und darein werden die Melonenkerne gesteckt. Die Melonen wurzeln in der ersten Zeit ihrer Entwicklung in dem inzwischen verrotteten *Sophora*-Kraut, wodurch den Pflanzen augenscheinlich ein gewisser Stickstoffvorrat in erster Linie zu Gebote steht. Leider fehlen bisher noch exakte Untersuchungen über den Düngerwert dieser Methode, die aus der Praxis der afghanischen Bauern nicht wegzudenken ist. Da sie aber in der Praxis so allgemein angewendet wird, kann man an ihrem Werte nicht zweifeln. — In anderen Bezirken des Landes, wo die *Sophora* nicht oder nicht zahlreich genug vorkommt, wird das junge Kraut von *Peganum Harmala* in der Steppe zu demselben Zweck gesammelt, und in kleineren Bezirken auch *Zygophyllum fabago* L., falls diese Pflanze häufig genug vorkommt, z. B. gerade in einigen Bezirken Nordafghanistans.

Die größte Bedeutung aber kommt zweifellos dem Kameldorn, *Alhaqi camelorum* Fisch., zu. Diese Pflanze kommt im ganzen Land überall häufig vor, in Tallagen und auf den Berghängen, im Lehmboden und im Granitgeröll. Im Nordwesten des Landes aber, in Afghanisch-Turkestan, dem Hauptzuchtgebiet des Karakulschafes, tritt sie besonders in den Getreidefeldern so zahlreich und üppig auf, daß diese nach der Ernte (ab Juni) ergrünen und im Herbst, aus der Ferne betrachtet, grünen Wiesen gleichen. Der Kameldorn kann hier bis zu einem halben Meter hoch werden. Im Oktober wird der Kameldorn mit langstieligen schweren Hacken über der Bodenoberfläche abgehauen, gebündelt und in Haufen zum Trocknen gelegt (Abb. 4 und 5). Später werden diese Bündel auf Kamelen eingebracht (Abb. 6). Im Hof oder in der Nähe werden damit flache Haufen geschichtet, auf denen besonders Rinder im Kreise herumgetrieben werden, in ähnlicher Weise wie zuvor zum ‚Dreschen' der Weizenernte, um den Kameldorn zu einem häckselartigen Gemenge zu zertrampeln. Im Winter, besonders, wenn er lang, hart und schneereich ist, dient dieses Häcksel als Notfutter, besonders wenn die anderen Futtervorräte bereits zur Neige gegangen sind. Das normale Winterfutter ist hierzulande ein Trampelhäcksel aus Weizenstroh, das in der gleichen Weise nach der Ernte erzeugt wird. Man hält die Schafherden selbstredend so lange wie nur möglich draußen in der Steppe; nur während der Zeit, da Schnee liegt, werden sie in den Dörfern gepfercht. Dauert aber diese Schneeperiode länger an, dann ist es lediglich das Kameldornhäcksel, das die Karakulherden vor dem Verhungern bewahrt. Natürlich dient ein Teil der Kameldornernte auch als Heizmaterial, da doch das Land so ziemlich jeglichen Baumwuchses bar ist.

Heu wird in Afghanistan nur in ganz geringer Menge gewonnen, denn es gibt nirgends Wiesen in unserem Sinne. Nur in ganz kleinen Flecken, die vom Klima besonders begünstigt sind, kommen wiesenartige Grasflächen vor, so z. B. in den Hochtälern des Hindukusch. Im obersten Nedscheraubtal hatte der Verfasser solche kleine ‚Wiesen' angetroffen. Sonst werden nur an hochgelegenen Berghängen, so etwa in 3000 m Seehöhe, wie z. B. auch auf dem Paghmangebirge, die verstreuten Büschel großer Gräser eingesammelt. Klee und Luzerne werden im allgemeinen nur in der Nähe der Städte gebaut. Dabei aber mangelt es zumeist an Wasser während des Sommers, so daß ein Klee- (etc.) Anbau als Nachfrucht nach der Weizenernte kaum möglich ist. Da aber Weizen als Nahrungsmittel unbedingt notwendig ist, kommt es fast nie vor, daß Felder mit Futterpflanzen als Hauptfrucht bestellt werden. — In den Karakulbezirken Turkestans jedoch fehlen solche Gräser, die sich zur Heugewinnung eignen würden, besonders aber, da alles Grün ohnedies während des Sommers durch die Schafe abgeweidet worden war. Kleesorten, Rüben oder ähnliche Pflanzen werden hier nicht gebaut (abgesehen von Speiserüben), also bleibt nur Stroh und Kameldorn als einziges Winterfutter.

Das Kameldornhäcksel aber ist sehr hart. Es ist dem Verfasser nicht bekannt, ob sein Futterwert bereits in exakter Weise untersucht worden ist; soweit es hier in Erfahrung gebracht werden konnte, scheint es noch

nicht der Fall zu sein. In Anbetracht seiner Bedeutung für die Karakulzucht Afghanistans scheint eine solche Untersuchung geboten. Soweit der bloße Augenschein lehrt, scheint es sehr reich an Rohfaser zu sein, reich auch an verholzten Anteilen, und sein Gehalt an bekömmlichen Nahrungsstoffen scheint ziemlich gering zu sein. Im Frühling machen die durchwinterten Schafe vielfach einen ziemlich herabgekommenen Eindruck.

Normalerweise, das heißt solange die Tiere (Schafe, Ziegen, Esel, Kamele) auch nur eine Spur noch so kärglicher Pflanzenreste draußen finden können, verschmähen sie den Kameldorn. Insofern führt diese Pflanze ihren Namen zu Unrecht, denn selbst das Kamel — zum mindesten in Afghanistan — nimmt dieses Futter nur, wenn ihm gar nichts Besseres mehr geboten wird.

Nachdem der Kameldorn abgeerntet ist, werden die Felder bewässert, wodurch erst das Pflügen ermöglicht wird. Vielfach waren die Felder in diesem Jahr Brachen gewesen. Das Pflügen selbst findet in der üblichen, bereits geschilderten Weise statt, jedoch verwendet der Turkmene allein Pferde als Zugtiere. Hierauf werden die Felder neuerdings mit Weizen bestellt, sofern sie nicht noch ein Jahr als Brachen liegen bleiben. Bemerkenswert ist folgende Mitteilung, die dem Verfasser von Verwaltungsbeamten gemacht und von ortsansässigen Bauern bestätigt wurde. Hier in Turkestan sei es üblich, die Felder nur alle drei Jahre zu pflügen und zu bestellen. In den beiden anderen Jahren brauchte man sie bloß einige Male zu bewässern, um im zweiten Jahre wieder eine Weizenernte, obgleich eine ziemlich geringere, zu erhalten. Im dritten Jahr allerdings fällt die Ernte schon recht mager aus. Vielleicht erfährt in den beiden Jahren, in denen nicht gepflügt und bestellt wird, der Kameldorn eine begünstigte Entwicklung, und die geringe Weizenernte, offenbar von ausgefallenen Körnern stammend, liefert sozusagen einen Nebenertrag von den Brachen! Der Wert dieser Methode mag zur Diskussion stehen; jedenfalls aber wird sie sich bei zunehmender Bevölkerungsdichte nicht mehr lange erhalten können, sie wird wohl bald einer Intensivierung in irgendeiner passenden Form weichen.

Im Anschluß daran seien noch einige Bemerkungen über die Art der Feldbearbeitung erlaubt. Es läßt sich in diesem Lande recht deutlich beobachten, wie die Natur und die Landschaft, die zu Gebote stehenden Rohstoffe und Hilfsmittel, Klima und Umwelt, wozu auch der Boden selbst zu rechnen ist, nicht nur den Menschen und seine Gepflogenheiten, sondern auch seine Arbeitsmethoden und seine Werkzeugeformen, deren er sich unter den jeweils verschiedenen Bedingungen bedient. Erzlager sind nur in geringem Ausmaße erschlossen, doch scheinen genügende Vorkommen vorhanden zu sein. Es mangelt aber an Brennstoff, so daß die Verhüttung auf Schwierigkeiten stößt. Eine Eisengewinnung kann daher nur in sehr geringem Umfange stattfinden. Unter diesen Verhältnissen aber konnte weder das Schmiedehandwerk recht erblühen, noch konnte sich eine richtige Maschinenerzeugung entwickeln. Das ist vielleicht der Hauptgrund, weswegen sich der afghanische Bauer heute noch buchstäblich biblischer Erntemethoden bedient. Das Getreide wird auf dem Feld durch Huftiere ausgetreten,

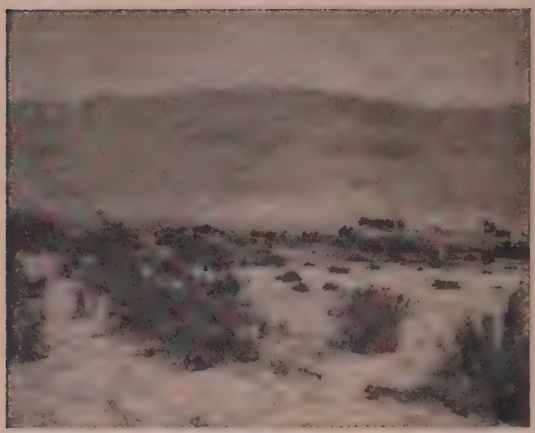


Abb. 1.
Tamarix salina Dyer. Etwa 1 m hohe Büsche als „Unkraut" in abgeernteten Weizenfeldern bei Sayat, nördlich der Paßhöhe Ser-e-Rabathak, fotografiert am 12. Oktober 1949.

*

Abb. 2
Turkmenischer Pflug mit angesteckter Eisenspitze. 7. Oktober 1950 bei Schebergan, Nordwestafghanistan.

*

Abb. 3.
Fast reiner Bestand von Prosopis stephaniana Spreng. als Unkraut in einem abgeernteten Weizenfelde. 5. Oktober 1950, südlich von Kundus.

Abb. 4.
Abhacken und Bündeln des Kameldorns im Herbste. Die Bündel sind mehr als 50 cm im Durchmesser. 14. Oktober 1950 bei Aqtscha.

*

Abb. 5.
Etwas mehr als 1 m hohe Haufen von Kameldornheu auf abgeernteten Weizenfeldern bei Aqtscha. Die Feldecke rechts im Bilde trägt noch den vollständigen Kameldornbestand.

*

Abb. 6.
Einbringen des Kameldorns als „Winterheu" in der Gegend um Aqtscha auf Kamelen. 7. Oktober 1950.

anstatt gedroschen zu werden; es gibt keine Dreschgeräte oder gar Maschinen. Die Reinigung erfolgt so, daß das Häcksel mit Holzschaufeln in die Luft geworfen wird, und der Wind trägt das Stroh weiter ab und läßt die Körner dichtbei zu Boden fallen („Winden"). Mit dem Pflügen verhält es sich ganz ähnlich. Der afghanische Bauer lächelt, aber skeptisch!, wenn ihm der Vorteil des europäischen Pfluges dargelegt wird. Es ist sicherlich nicht nur bäuerlicher Konservatismus; vielleicht fühlt er instinktiv, daß dieses Gerät nicht ganz in sein Land paßt.

Gewiß, mit dem europäischen Pflug, der die Schollen stürzt, könnte man in wenigen Jahren all die Unkräuter ausrotten; denn der Pflug schneidet die Wurzeln an der Pflugsohle ab, so daß sie kaum mehr wieder würden durchtreiben können. In diesem Land aber kann man nach der Weizenernte kaum eine andere Pflanze als Herbstfrucht nachbauen, wie z. B. Klee, Luzerne, Leguminosengemische, Rüben, einfach deshalb nicht, weil in den meisten Landstrichen von dem Moment an, da der Weizen zu reifen beginnt, Irrigationswasser nicht mehr in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Erst der nächste Winter bzw. die nächste Schneeschmelze bringt wieder Wasservorräte. Die geringe Wassermenge aber, die während des Sommers noch zu Gebote steht, dient nur noch zur Bewässerung der Gemüseanlagen. In den Landschaften aber, wo es dann noch genügend Wasser gibt, wird Reis gebaut (z. B. bei Kundus), oder Reis und Zuckerrohr, wie bei Jalalabad. Somit nimmt man den Feldern die spärliche Gründecke während des Sommers und kann für den Ausfall gerade des Kameldorns als Winternotfutter keinen Ersatz bieten.

Aller Mist, besonders Kuh- und Kamelmist, doch selbst Schafmist, wird getrocknet und als Brennmaterial verwendet. Auf die Felder kommt nichts davon. Stroh, das bei uns zumeist als Einstreu verwendet die Stallnässe aufsaugt und zu dem wertvollen Naturdünger verrottet, ist hier das einzige wertvolle Winterfutter. Bloß *Prosopis* und Kameldorn entwickeln sich in der Steppenhitze noch nach der Getreideernte auf den Feldern und finden mit der geringen Bodenfeuchtigkeit ihr Auslangen. Als Gründünger und Bodenverbesserer können diese beiden Unkräuter in diesem Lande ebenfalls durch nichts ersetzt werden. Dazu kommt noch ihr Nebenwert als Heizmaterial. Der altmodische Pflug aber ist es einzig und allein, der das Leben dieser Feldunkräuter, die sie ja in gewissem Sinne unzweifelhaft sind, verschont und der ihren Fortbestand gewährleistet. Somit liegt die Hauptbedeutung dieser beiden Pflanzen in ihrer Eigenschaft als Bodenbedecker und Bodenverbesserer; Kameldorn kann darüber hinaus geradezu als eine Art Nachfrucht betrachtet werden.

Im großen ganzen betrachtet, gewinnt man den Eindruck, daß hier in Afghanistan Klima und Boden, die Wasserversorgung des Landes, die Hauptgetreideart Weizen, die Unkräuter des Weizenfeldes, die Methoden der Feldbestellung, der Pflug, die Futterlage und die Düngerwirtschaft in guter Harmonie einander bedingen und voneinander abhängen. Ganz von selbst ergibt sich die Frage, ob es von Vorteil (oder gar von Nach-

teil) wäre, in dieser Kette ein Glied zu verändern. Die Verwendung des europäischen Pfluges oder des Motorpfluges würde diese Veränderung bedeuten. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen dürfte man sich aber kaum große Vorteile von der Einführung einer anderen Methode des Pflügens erwarten können, dafür aber wohl eine Reihe von Nachteilen, wie in den vorangehenden Abschnitten dargelegt wurde. Nur dann dürfen wir uns von einer solchen Maßnahme Erfolg versprechen, wenn es zur gleichen Zeit möglich wäre, die Versorgung dieser Landstriche mit Irrigationswasser wesentlich zu verbessern. Letzteres aber scheint zur Zeit, wenigstens in Nordwestafghanistan, unmöglich zu sein. Man hatte, wie dem Verfasser mitgeteilt worden war, versucht, in Gegenden, die von der nächsten Tränke zu weit abgelegen sind, Wasser zu erbohren, um diese als Weide für die Karakulherden nutzen zu können. Der Erfolg war zumeist negativ gewesen; mitunter hatte man angeblich bis zu 80 m Tiefe gebohrt.

Dennoch scheint ein anderer Weg erfolgreich zu sein. Durch eine großzügige Verwendung von künstlichen Düngemitteln ließe sich der Feldertrag wesentlich steigern. Dadurch kämen Flächen für den Futteranbau frei, und es könnte auf den Kameldorn als Winternotfutter verzichtet werden. Leider stößt dieser Weg wegen der Preislage auf Schwierigkeiten, da dem Lande selbst die nötige Industrie fehlt und Kunstdünger importiert werden müssen.

Der Verfasser ist sich dessen bewußt, daß seine Zeilen nicht ohne Widerspruch bleiben werden. Alle diese Fragen sind aber für die Entwicklung der Landwirtschaft in Steppenländern von sehr großer Bedeutung und sind sicherlich bisher noch viel zuwenig eingehend untersucht worden. Die vorstehende Mitteilung soll daher in erster Linie sowohl zur Diskussion wie auch zu weiteren Untersuchungen über diese Probleme arider Gebiete anregen.

Literatur

„Deutsche im Hindukusch." Bericht der Deutschen Hindukuschexpedition. Deutsche Forschung, 1937, N. F., Bd. 1, Berlin.

Neubauer, H. F., Versuch einer Kennzeichnung der Vegetationsverhältnisse Afghanistans. 1954, Annalen des Naturhistorischen Museums, Wien. (Wird noch vor Jahresschluß erscheinen.)

Aus dem Institut für Obstbau und Gemüsebau der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim.
Direktor: Prof. Dr. C. F. Rudloff

Beginn der Blütenphase bei den Infloreszenzknospen einiger Kern- und Steinobstsorten *)

Von
Otti Zeller

(Mit 7 Abbildungen)

Man nahm bisher an, daß die Infloreszenzknospen unserer Obstgehölze je nach Obstart und -sorte in den Monaten Juni bis September des Jahres, das dem Blühjahr vorangeht, differenziert werden. In zahlreichen Arbeiten (Versluys 1921, Luyten 1921, Elssmann 1925, Müller-Thurgau und Kobel 1928 u. a.) wurde angegeben, daß die Zeitspanne des Beginns der Blütenanlage am Baum ein oder zwei, höchstens drei Wochen beträgt, und daß sie sich entsprechend dem unterschiedlichen Witterungsverlauf der einzelnen Jahre bis zu vier Wochen verschieben kann. Tufts und Morrow (1925) bemerkten außerdem noch, daß die Infloreszenzknospen an einjährigen, längeren Trieben etwa drei Wochen später angelegt werden als an Kurztrieben desselben Baumes.

Das Ziel unserer Untersuchungen war, bei verschiedenen Apfel-, Birnen-, Kirschen- und Pfirsichsorten zunächst auf breiter Basis systematisch zu prüfen, wann die Blütenphase beginnt und wie lange sie andauert. Da die Infloreszenzknospen der Pomoideen und Prunoideen an verschiedenen Kurztriebtypen inseriert sind, sollte außerdem festgestellt werden, ob die Infloreszenzknospen an verschiedenen Typen von Kurztrieben gleichzeitig oder zu verschiedenen Zeiten in die Blütenphase eintreten.

Methodik

Der Sproß einer Pomoideen-Infloreszenzknospe besteht aus einem vegetativen und einem reproduktiven Teil (Abb. 1). An der Basis des vegetativen Teiles sind in akropetaler Folge Knospenschuppen, einige Niederblätter und 3—5 Laubblätter inseriert, von denen die beiden letzten, selten die drei letzten Laubblätter oder nur das letzte Laubblatt, Achselknospen tragen. Darüber beginnt die reproduktive Region des Sprosses, denn in den Achseln der folgenden Laubblätter sitzt je eine Blüte (Abb. 1, Blüten d—f). Blüten b und c auf Abb. 1 stehen in den Achseln von brakteosen Hochblättern. Die terminale Blüte, die in der Entwicklung den anderen Blüten immer etwas voraus ist, beendet das Wachstum der Infloreszenz, einem Primanpleiochasium.

*) Die Untersuchungen wurden von Herrn Prof. Dr. Rudloff angeregt und gefördert und sind mit freundlicher Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt worden. Ihnen und meiner technischen Mitarbeiterin, Frau Draht, danke ich hiermit.

Die beiden Lateralknospen („Fortsetzungssprosse" bei Troll 1937 und Rauh 1950, „Ruhe- bzw. Winterknospen" bei Hilkenbäumer und Buchloh 1954) des vegetativen Sproßabschnittes übernehmen, nachdem die Infloreszenz im Frühjahr, bzw. der Fruchtstand im Herbst abgestoßen wurden, die sympodiale, zumeist dichasiale Verzweigung. Am unteren vegetativen Sproßteil treten hauptsächlich bei Birnensorten starke postflorale (Bünning 1953) Anschwellungen auf (Abb. 2 a). Die verdickte Sproßachse wird von den Obstbaupraktikern als „Fruchtkuchen" und ihre Lateralknospen werden als „Fruchtkuchenknospen" bezeichnet.

Bei den Pomoideen sind die Kurztriebe entweder Seitenzweige eines Langtriebes, oder, was bei älteren Bäumen der meisten Sorten häufiger ist, Fortsetzungssprosse, d. h. Lateralzweige eines „Fruchtkuchens". Nach Troll (1937) sind Kurztriebe „Sprosse von beschränkter Längenent-

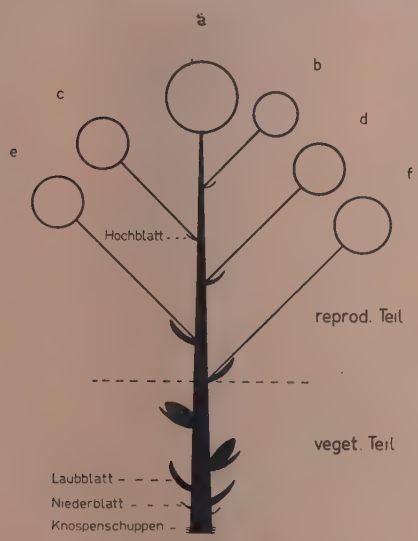


Abb. 1.
Schema des Sprosses einer Pomoideen-Infloreszensknospe
Blütenstand: pleiochasial aufgebaute Traube.

wicklung oder überhaupt begrenzter Entwicklungsfähigkeit". Wir unterschieden bei den Kurztrieben der Obstgehölze zwischen Kurztrieben mit gestreckten Internodien (Abb. 3, B-Kurztriebe), welche ihren Kurztriebcharakter ihrer begrenzten Entwicklungsfähigkeit verdanken, und Kurztrieben mit gestauchten Internodien (Abb. 2, A-Kurztriebe). Letztere, die bei den Obstgehölzen das verbreitetere Verhalten darstellen, haben eine so starke Internodienstauchung, daß die Beblätterung der Kurztriebe rosettenartig erscheint.

Die lateralen „Fruchtkuchen" — Kurztriebe mit stark gestauchten Internodien — können nun schon bei manchen Sorten im ersten Jahre, solange der Fruchtstand an der verlängerten „Fruchtkuchen"-Achse noch nicht abgeworfen ist, terminal eine Infloreszenz-

knospe differenzieren. Solche einjährigen A-Kurztriebe mit Infloreszenzknospen sind auf Abb. 2a von der Birnensorte Williams Christ und auf Abb. 2b rechts von der Apfelsorte Schöner aus Bath im Winterstadium dargestellt. Links ist auf Abb. 2b ein zweijähriger A-Kurztrieb mit terminaler Infloreszenzknospe zu sehen. An dem alten „Fruchtkuchen" in der Mitte auf Abb. 2b entwickelten sich also im Som-

Abb. 2.
Infloreszenzknospen an Kurztrieben mit gestauchten Internodien (A-Kurztriebe) vom 20. 1. 1954.
a) zwei einjährige A-Kurztriebe an postfloral verdickter Sproßachse der Birnensorte Williams Christ
b) zwei einjährige A-Kurztriebe (rechts) und ein zweijähriger A-Kurztrieb (links) der Apfelsorte Schöner aus Bath
c) mehrjähriger A-Kurztrieb mit sechs lateralen Infloreszenzknospen und einer terminalen Sproßknospe der Kirschensorte Spanische Knorpel

mer 1952 zunächst rechts ein A-Kurztrieb mit Infloreszenzknospe und links ein A-Kurztrieb mit Sproßknospe. Im folgenden Jahre, 1953, entstanden dann rechts am „Fruchtkuchen" der aufgeblühten Infloreszenzknospe wiederum zwei A-Kurztriebe mit Infloreszenzknospen, und die Sproßknospe links trieb als Kurztrieb wieder aus und schloß ihr sehr geringes Wachstum terminal mit der Differenzierung einer Infloreszenzknospe ab.

An den Kurztrieben der Pomoideen mit stark gestauchten Internodien sitzen lateral in den Blattachseln makroskopisch kaum sichtbare Ruheknospen. Bei den Prunoideen dagegen entwickelt sich terminal am Kurztrieb — entsprechend ihrem monopodialen Verzweigungssystem — stets eine Sproßknospe, und lateral am Kurztrieb sitzen in den Blattachseln Infloreszenzknospen. Auf Abb. 2c unterschied sich bei der Kirschensorte

Spanische Knorpel die Sproßknospe schon rein morphologisch durch ihre spitzere Form von den etwas breiteren Infloreszenzknospen.

Bei den Pomoideen mit sympodialem Verzweigungssystem ist das terminale Wachstum des Kurztriebes beendet, sobald eine Infloreszenzknospe terminal am Sproß differenziert wird. Deshalb findet man bei ihnen nur ein- und zweijährige, höchstens dreijährige A-Kurztriebe. Bei den Prunoideen dagegen, bei denen stets terminal eine Sproßknospe das Triebwachstum fortsetzt, treten ein- bis vieljährige A-Kurztriebe auf.

Kurztriebe mit gestreckten Internodien (B-Triebe) untersuchten wir bei Apfelsorten (7—15 cm Länge) und Birnensorten (7—20 cm Länge). Bei diesen längeren Kurztrieben kann — wie bei den gestauchten Kurztrieben — das terminale Triebwachstum mit der Differenzierung einer Infloreszenzknospe abgeschlossen werden. Diese terminalen Infloreszenzknospen an B-Trieben untersuchten wir bei mehreren Birnen- und Apfelsorten (Abb. 3a).

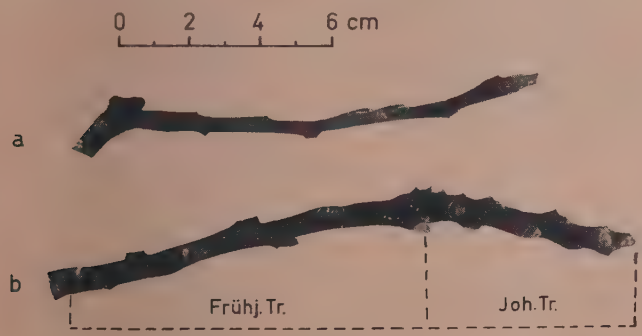


Abb. 3.
Infloreszenzknospen an Kurztrieben mit gestreckten Internodien (B-Kurztriebe) vom 20. 1. 1954.
a) einjähriger B-Kurztrieb der Apfelsorte Schöner aus Bath
b) einjähriger B-Kurztrieb der Apfelsorte Berlepsch. Am Frühjahrs- und Johannistrieb je sechs laterale Infloreszenzknospen sichtbar.

Charakteristisch für die B-Triebe ist, daß ihre Lateralknospen ganz zur Entwicklung kommen. Sie können sowohl Sproß- als auch Infloreszenzknospen sein. Die Lateralknospen der B-Triebe beobachteten wir speziell bei der Apfelsorte Berlepsch (Abb. 3b). Diese Sorte neigt dazu, am einjährigen B-Trieb terminal und auch lateral Infloreszenzknospen zu differenzieren. Außerdem hat sie die Eigenschaft, daß nach Abschluß des ersten Jahrestriebes im Frühjahr und einem 4—6wöchigen Wachstumsstillstand, die für die nächste Vegetationsperiode angelegte terminale Sproßknospe Ende Juni/Anfang Juli austreibt und einen sogenannten Johannistrieb bildet. Nach Späth (1912) ist dies eine „auf inneren Ursachen beruhende ererbte Periodizität“ des Wachstums. Die Infloreszenzknospen an solchen Frühjahrs- und Johannistrieben bezogen wir in die Untersuchungen mit ein. An dem Kurztrieb der Apfelsorte

Abb. 4.
Blühende „Nachinfloreszenz" der Birnensorte Herzogin Elsa vom 10. 6. 1954

Berlepsch auf Abb. 3b sind sämtliche sichtbaren Knospen mit Ausnahme der beiden basalen Knospen am Frühjahrstrieb und der beiden subterminalen Knospen am Johannistrieb Infloreszenzknospen.

Bei den Pomoideen interessierte uns noch der Beginn der Blütenphase der sogenannten „Nachinfloreszenzknopsen" (Abb. 4). Es trat bei manchen Birnen- und Apfelsorten die Sorteneigentümlichkeit auf, daß aus einer der Axillärknospen direkt unterhalb der Infloreszenzachse zwei bis sechs Wochen nach der Blühzeit des Baumes ein infloreszenztragender Sproß austrieb und normal ausgebildete, manchmal auch Blüten mit metamorphosierten Staubblättern entfaltete. Diese Sprosse sind im Sinne von Späth (1912) sylleptische Triebe. Der Volksmund bezeichnet dieses Nachzüglerblühen mit „Vorsommerblühen". Die Untersuchung dieser Nachinfloreszenzknospen, die höchstens 0,5—0,1 % der gesamten Infloreszenzknospen-Anzahl eines Baumes betragen, erwies sich bei unserer Arbeit als besonders interessant. Man nahm bis jetzt an, daß der Beginn ihrer Blütendifferenzierung im Frühjahr, also 2 bis 3 Monate vor ihrer Blühzeit, zu suchen sei (Elssmann 1925, Müller-Thurgau und Kobel 1928 und Kobel 1954).

Bei den Apfelsorten fielen die „Nachinfloreszenzen" nach dem Blühen ab. Bei den Birnensorten Herzogin Elsa und Williams Christ entwickelten sich dagegen parthenokarp aus Blüten von „Nachinfloreszenzen" genießbare Früchte ohne Samen, die oft mehr als das halbe Gewicht normaler Früchte erreichten.

Der Pfirsich hat im Gegensatz zu den Pomoideen und den Kirschen einblütige Infloreszenzen. Sämtliche Blütenknospen des Pfirsichs sind lateral an einjährigen Trieben sehr verschiedener Länge inseriert. Wir

wollten beim Pfirsich nur einen groben Überblick über den Beginn der Blütendifferenzierung gewinnen. Deshalb beschränkten wir uns darauf, nur die Blütenknospen an langen einjährigen Trieben zu untersuchen, und zwar nur die unter den Axillärknospen am häufigsten vertretene Knospenkonstellation: zwei Blütenknospen mit einer Sproßknospe in der Mitte (sogenannte „gemischte Knospen").

Insgesamt beobachteten wir im Versuchsjahr 1953/54 Infloreszenzknospen von acht Apfelsorten, vier Birnensorten, zwei Kirschensorten und einem Pfirsichsämling. Vergleichsweise bezogen wir noch die beiden Wildformen *Malus baccata* und *Prunus avium* mit in die Beobachtungen ein. Die Knospenentnahme erfolgte in den Monaten Juni bis September wöchentlich, in den folgenden Monaten bis zur Blühzeit in Abständen von je zwei Wochen. In den ersten Monaten wurden von jeder Knospengruppe 10 Infloreszenzknospen, d. h. 50—80 Blüten, beim Pfirsich 20 Blüten, untersucht. Die Knospen stammten von sämtlichen Expositionen des Baumes.

Der Beginn der reproduktiven Phase eines Baumes wird dadurch charakterisiert, daß der Vegetationspunkt seiner Knospen von der Laubblattdifferenzierung zur Blütendifferenzierung übergeht. Bünning (1953) nennt diesen Übertritt des Vegetationspunktes von der Laubblattphase zur Blütenphase einen irreversiblen „Kippvorgang". Bei diesem Übergang zur Blütenbildung vermehrt sich bei den Rosaceae das Scheitelmeristem des Vegetationspunktes und es entsteht ein zylindrischer Meristempflock (Rauh und Reznik 1951, Hilkenbäumer und Buchloh 1954). Bei unseren stereomikroskopischen Untersuchungen erkannten wir den Beginn der Blütenphase daran, daß der Vegetationspunkt breiter wurde und bei manchen Sorten sich gleichzeitig etwas in die Höhe schob.

Versuchsergebnisse

In Abb. 5 und Abb. 6 ist nun von den Obstsorten mit dicken schwarzen Strichen dargestellt, wie lange unter der untersuchten Knospenschar der einzelnen Kurztriebtypen Knospen auftraten, bei denen am Vegetationspunkt der Übergang zur Blütenbildung eben eingetreten war. Die dünnen Striche vor den dicken Strichen sagen aus, daß unter den präparierten Knospen noch kein Beginn der Blütenphase festgestellt werden konnte. Die dünnen Striche hinter den dicken Balken geben an, daß nun alle präparierten Infloreszenzknospen sich schon in höheren Entwicklungsstadien befanden. Die verschiedene Breite der dicken Striche deutet an, ob die Infloreszenzknospen des untersuchten Kurztriebtyps einen hohen (breiter dicker Strich) oder einen geringen (schmaler dicker Strich) Anteil an der gesamten Knospenanzahl des Baumes ausmachten.

In dem Versuchsjahr 1953/54 wurde von den Apfelsorten Schöner aus Bath, Boiken, Boskoop und Rheinischer Krummstiel erstmalig am 30. Juni 1953 der Beginn der Blütendifferenzierung festgestellt (Abb. 5). Eine Woche später folgte die Apfelsorte Prinz Albert, und am 14. Juli trat bei den Sorten Berlepsch und Goldparmäne und bei *Malus baccata*

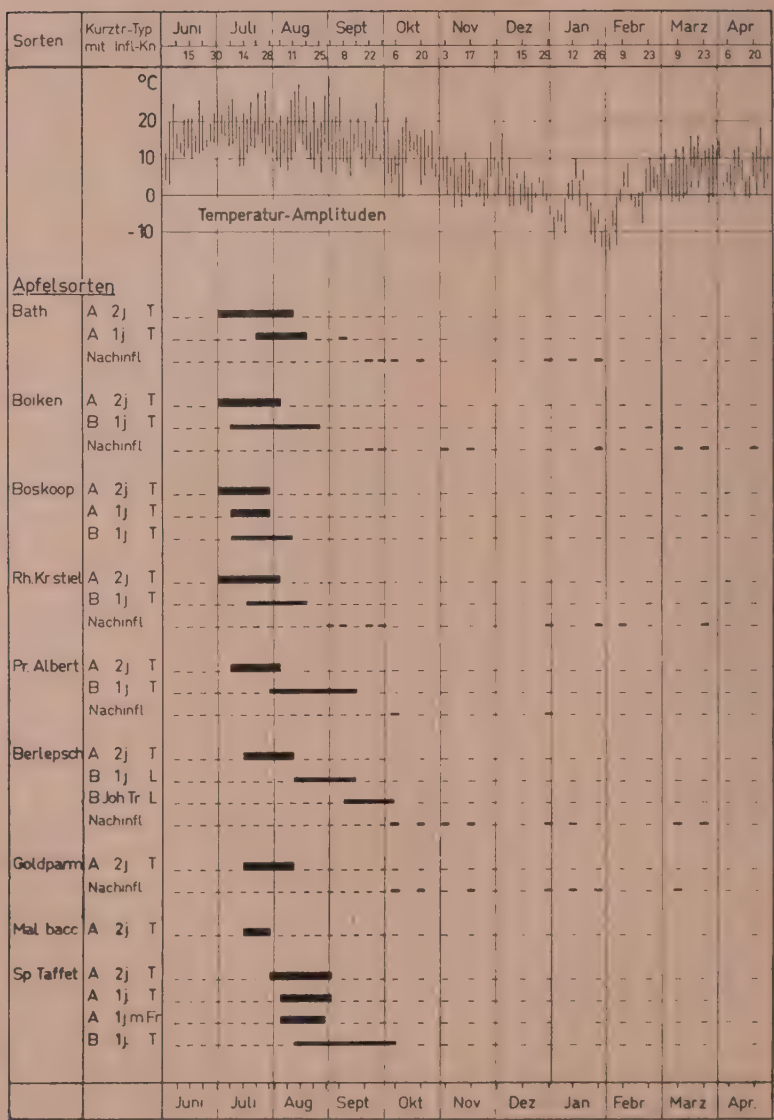


Abb. 5.
Beginn der Blütenphase bei einigen Apfelsorten 1953/54

die Blütenphase ein. Erst am 28. Juli, vier Wochen nach den ersten Sorten, setzte beim „Spätblühenden Taffet“ die Periode der Blütendifferenzierung ein.

Auch die Birnensorten begannen nicht gleichzeitig mit der Blütenphase. Bei der Sorte Gellerts BB. begann sie am 18. August (Abb. 6), bei „Williams Christ“ dagegen zeigte sie sich erstmalig schon am 7. Juli.

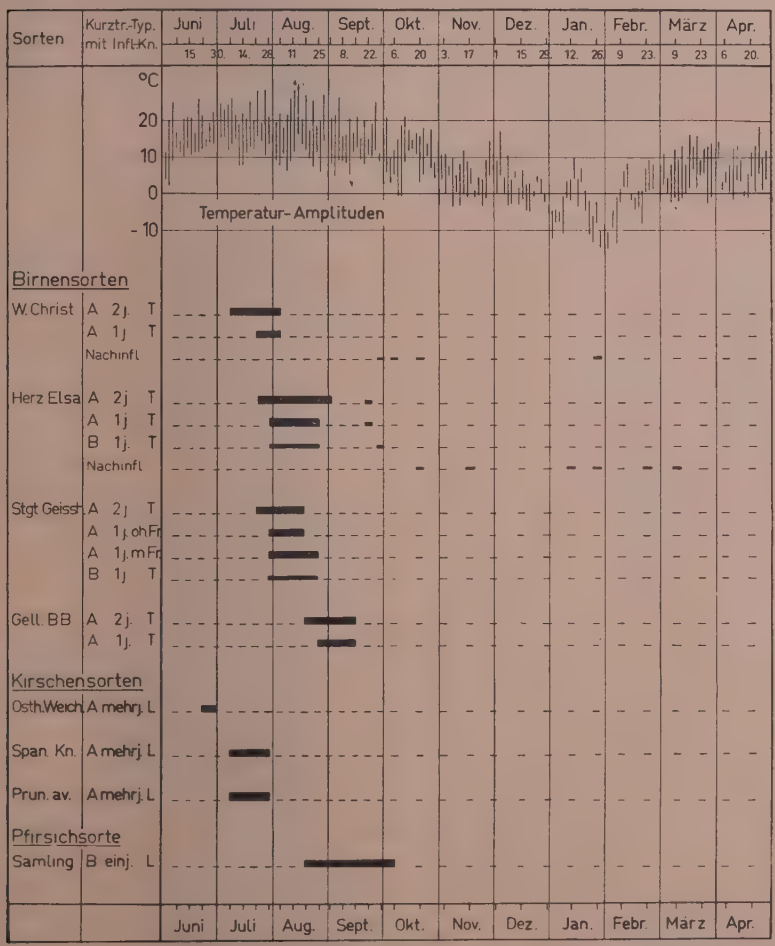


Abb. 6.
Beginn der Blütenphase bei einigen Birnen- und Kirschensorten und einem Pfirsichsämling 1953/54

Ähnlich lagen die Verhältnisse bei den beiden Kirschensorten. Unter den untersuchten Knospen der Sorte Spanische Knorpel trat der Übergang zur Blütenbildung erstmalig am 14. Juli auf, bei der Sorte Ostheimer Weichsel dagegen schon am 22. Juni. Sehr spät, am 18. August, setzte bei dem Pfirsichsämling die Blütenbildung ein.

Aus Abb. 5 und 6 geht aber auch deutlich hervor, daß der Beginn der Blütenphase bei den Infloreszenzknospen der einzelnen Kurztriebtypen eines Baumes verschieden lag. Bei allen Apfel- und Birnensorten setzte die Blütenphase zuerst bei den Infloreszenzknospen an zweijährigen Kurztrieben mit gestauchten Internodien (Abb. 5 und 6, A 2j. T) ein. Eine Woche bzw. drei Wochen später begann bei den Infloreszenzknospen an einjährigen A-Kurztrieben (Abb. 5 „Schöner aus Bath", A 1j. T) die Blütenbildung. Dabei war es anscheinend ohne Einfluß, ob an der Fruchtstandachse, unterhalb der die A-Triebe inseriert waren, sich Früchte entwickelten oder nicht (Abb. 5, „Spätbl. Taffet" und Abb. 6 „Stuttgarter Geißhirtle" A 1j. mit Frucht). Die Infloreszenzknospen an Kurztrieben mit gestreckten Internodien (Abb. 5 und 6, B 1j. T) traten in der Regel noch später in die Blütenphase ein, bei der Apfelsorte Prinz Albert (Abb. 5) z. B. erst drei Wochen nach den Infloreszenzknospen an 2j. A-Trieben.

Bei der Apfelsorte Berlepsch wurden auch die lateralen Infloreszenzknospen an Frühjahrs- und Johannistrieben beobachtet. Bei Infloreszenzknospen an Frühjahrstrieben trat am 11. August, bei Infloreszenzknospen an Johannistrieben erstmalig am 8. September Blütenbildung auf (Abb. 5), das sind 4 bzw. 8 Wochen nach dem Beginn der Blütenphase der Infloreszenzknospen an 2j. A-Trieben.

Genau so interessant wie der Beginn der Blütenphase war die Zeitspanne, über die sich der Beginn der reproduktiven Phase der Infloreszenzknospen an verschiedenen Kurztriebtypen erstreckte. Mit Ausnahme der Knospen von *Malus baccata* (Abb. 5) und der Infloreszenzknospen an 1j. A-Trieben der Birnensorte Williams Christ (Abb. 6) betrug die Zeitspanne, innerhalb der überhaupt noch Knospen in die reproduktive Phase übertraten, bei allen Knospengruppen des Kernobstes mindestens 4 Wochen, also wesentlich länger als bisher angenommen wurde. Bei Terminalknospen von B-Trieben erstreckte sie sich bei manchen Sorten über 8 bzw. 9 Wochen (Abb. 5 „Boiken", „Prinz Albert", „Spätbl. Taffet" B 1j. T). Diese außerordentlich lange Zeitspanne hängt vermutlich mit dem ungleichzeitigen Wachstumsabschluß der verschieden langen B-Triebe zusammen.

Bei den Kirschensorten (Abb. 6) ist die Periode des Beginns der Blütenphase mit 2 bzw. 4 Wochen verhältnismäßig kurz. Bei dieser Obstart wollten wir in erster Linie einen Überblick über Beginn der Blütenphase und Entwicklungsverlauf der Infloreszenzknospen erhalten. Bei ausgedehnteren Untersuchungen, bei denen auch die einzeln auftretenden lateralen Infloreszenzknospen an 1j. B-Trieben berücksichtigt wurden, erstreckte sich die Periode des Beginns der Blütenphase — wie Untersuchungen im Sommer 1954 ergaben — über einen größeren Zeitraum.

Interessant waren die Beobachtungen bei dem Pfirsichsämling (Abb. 6). Beim Pfirsich sind die Blütenknospen an einem einjährigen, u. U. verzweigten Triebsystem lateral inseriert, das im Versuchsjahr 1953/54 in den Monaten Juni, Juli und August heranwuchs. Da das Internodienwachstum der Triebe zu verschiedenen Zeiten aufhörte, zog sich die Periode des Beginns der reproduktiven Phase am Triebsystem des Pfirsichs auch 8 Wochen lang, vom 25. 8.—6. 10. 1953, hin.

Innerhalb der Periode des Beginns der Blütendifferenzierung änderte sich bei der untersuchten Knospenschar von Woche zu Woche das Verhältnis von Knospen, die noch in der Laubblattphase standen, zu Knospen, die gerade mit der Blütenphase begannen, und zu Knospen, die sich schon in einem höheren Stadium der Blütenbildung befanden. Die Verteilung dieser drei Entwicklungsgruppen zeigt Tab. 1 von den Infloreszenzknospen an 2j. A-Trieben der Apfelsorte Goldparmäne:

Tabelle 1

Prozentuale Verteilung der Entwicklungsstadien bei Infloreszenzknospen an zweijährigen Kurztrieben mit gestauchten Internodien der Apfelsorte Goldparmäne während der Periode des Eintritts in die Blütenphase.

Entwicklungsstadien	Juli 1953				August 1953			
	7.	14.	21.	28.	4.	11.	18.	25.
1. Knospen in der Laubblattphase . .	100	79	36	28	—	7	—	—
2. Knospen mit Eintritt in die Blütenphase	—	14	36	50	14	7	—	—
3. Knospen in der Blütenphase	—	7	28	22	86	86	100	100

Am 14. Juli befanden sich unter den präparierten Knospen 14 %, die gerade in die Blütenphase eintraten. Aber es wurden auch Knospen präpariert, die das Anfangsstadium schon überschritten hatten und Kelchblatt-Primordien differenzierten (Tab. 1: 7 %). Dies bedeutet, daß der Differenzierungsbeginn dieser 7 % zwischen dem 7. und 14. Juli liegen muß. Am 28. Juli begannen 50 % der Knospenschar mit der Blütenphase. Anfang August nahm die Zahl ab und am 18. August ist die Periode des Eintritts in die reproduktive Phase für alle Knospen abgeschlossen.

Eine Ausnahme wurde bei der Birnensorte Herzogin Elsa beobachtet. Bei allen Knospengruppen traten hier Ende September, drei bis vier Wochen nach der Anlageperiode, nochmals vereinzelt Knospen im ersten Stadium der Blütenbildung auf (Abb. 6). Bei den Infloreszenzknospen an A-Trieben der Apfelsorte Schöner aus Barth wurde dies auch festgestellt (Abb. 5).

Sehr überraschend war der Eintritt in die Blütenphase von den „Nachinfloreszenz"-Knospen. Wir beobachteten „Nachinfloreszenzen" bei allen Apfelsorten mit Ausnahme der Sorten Boskoop und Spätblühender Taffet und der Wildform *Malus baccata*. Bei den Birnensorten traten sie bei „Williams Christ" und „Herzogin Elsa" auf (Abb. 5 u. 6).

Die Vegetationspunkte, aus denen sich die beiden lateralen Axillärsprosse in einer Pomoideen-Infloreszenzknospe entwickelten (Abb. 1), konnten wir beim Präparieren der Versuchsknospen erstmalig im September oder Oktober beobachten. Im Frühjahr, ehe die Infloreszenz sich entfaltete, bestanden diese Sproßknöspchen aus Vegetationspunkt und vier bis sechs Laubblatt-Primordien. Nun sahen wir schon in dem strengen Winter 1952/53 bei Voruntersuchungen, daß der Vegetationspunkt dieser Knospen in den Wintermonaten ebenfalls zur Blüten- und Infloreszenzbildung übergehen konnte. Es entstand also in der Knospe neben der Hauptinfloreszenz später nochmals eine — nach unserer Bezeichnung — „Nachinfloreszenz".

In dem überaus milden Herbst 1953 konnte der Übergang zur Blütenbildung bei den „Nachinfloreszenz"-Knospen erstmalig im September bzw. im Oktober festgestellt werden. Auf Abb. 5 und 6 bedeuten die mäßig dicken Striche, daß unter allen präparierten Infloreszenzknospen der angegebenen Sorte, bei einer, höchstens bei zwei Infloreszenzknospen eine laterale Sproßanlage in das Blütenstadium übertrat. Die Blüten der Hauptinfloreszenz standen zu dieser Zeit fast alle im Stadium der Fruchtblatt-Ausgliederung. Aber auch in jedem der folgenden Monate beobachteten wir den Übergang in die Blütenphase, sogar in den kalten Monaten Januar und Februar 1954 und noch im März 1954. Bei der Apfelsorte Boiken erfolgte der Beginn der Blütenanlage bei einer Knospe sogar noch am 20. April 1954, vier Wochen vor dem Blühen des Baumes. Es war also während des Winters 1953/54 bei den Knospen keine absolute Ruheperiode zu beobachten, sondern immer wieder wurden Differenzierungsvorgänge festgestellt.

An den Hauptinfloreszenzen konnten wir im Herbst und Vorwinter 1953 noch einen weiteren Sonderfall beobachten. Die Infloreszenzen der Birnensorten Herzogin Elsa und Gellerts BB. und der Apfelsorten Schöner aus Bath, Rheinischer Krummstiel, Berlepsch und Spätblühender Taffet zeigten Übergänge vom Priman- zum Sekundan-Pleiochasium. Auf Abb. 7 ist zu sehen, daß rechts am Stiel der basalen Blüte der Infloreszenz noch eine kleine gestielte Knospe inseriert ist. Eines der Vorblätter[1]) der basalen Blüte wurde in diesem Fall zum Deckblatt bzw. Hochblatt der Sekundanblüte. Die Entstehung von Sekundanblüten beobachteten wir vereinzelt von Ende September bis Ende Dezember. Die Primanblüte hatte in dieser Zeit mindestens alle Staubblattprimordien, wenn nicht sogar schon die Fruchtblattanlagen differenziert. In den Wintermonaten 1954 waren die Sekundanblüten durchweg in ihrer Entwicklung hinter den Primanblüten zurück. Aber Anfangsstadien wie bei den Nachinfloreszenzen beobachteten wir in diesen Monaten nicht mehr.

Besprechung der Ergebnisse

Unsere Untersuchungen 1953/54 zeigten, daß die Periode des Beginns der Blütenphase beim Kernobst — falls Knospen aller Kurztriebtypen erfaßt wurden — mindestens 4 Wochen, im Durchschnitt mehr, im

1) Die Vorblätter der Pomoideen sind nicht assimilationsfähig und trocknen kurz nach der Anthese ein.

Abb. 7.
Blühende Infloreszenz der Birnensorte Herzogin Elsa vom 12. 5. 1954. Am Stiel der basalen Blüte Sekundanblüte noch im Knospenstadium

Höchstfall 13 Wochen andauerte. Diese Zeitspanne ist wesentlich länger als bisher angenommen wurde. Damit finden die umstrittenen Feststellungen von Goff (zitiert bei Kobel 1954) und Elssmann (1925) eine neue Erklärung. Die Autoren geben an, daß sie bei ihren Versuchsbäumen zwei Perioden der Blütendifferenzierung beobachtet hätten, die drei bis vier Wochen auseinander lagen. Elssmann begründet das Auftreten einer zweiten Differenzierungsperiode mit Witterungsschwankungen. Kobel (1954) dagegen führt die Unterschiedlichkeiten in der Differenzierungszeit auf einen zeitlich verschiedenen Wachstumsabschluß der Kurztriebe zurück. Dies entspricht unseren Anschauungen: Denn die verschiedenen Kurztriebtypen waren letzten Endes auf verschiedene Wachstumsintensität zurückzuführen. Je gestauchter ein Kurztrieb war, desto eher hatte er sein Wachstum abgeschlossen, und desto früher setzte, 4—5 Wochen nach Abschluß des Internodienwachstums, die Blütendifferenzierung ein.

Daß direkte Maßnahmen am Baum und indirekte Maßnahmen, wie Düngung, Bewässerung, Wuchsstoffzufuhr usw., den Eintritt der Blütenphase fördern bzw. hemmen können, ist schon lange bekannt (Kemmer 1943 und 1949, Laibach und Kribben 1953). In exakten Bewässerungsversuchen wies Brown (1952) in Kalifornien bei Aprikosen den Einfluß von Bewässerungsmaßnahmen auf die Blütendifferenzierung nach: während bei gut bewässerten Aprikosenbäumen die Blütendifferenzierung einheitlich Anfang September einsetzte, war bei Aprikosenbäumen, die in den Monaten Juli, August und September unter Wassermangel litten, die Anzahl der differenzierten Blütenknospen geringer, und die Differenzierungszeit zog sich über mehrere Monate hin. In den beiden Monaten, die im Frühjahr 1953 in Hohenheim der Blütendifferenzierung vorangingen, war jedoch die Bodenfeuchtigkeit, hauptsächlich im Juni und Juli, vollkommen ausreichend[2]).

[2]) Agrarmeteorologische Monatsberichte vom Deutschen Wetterdienst Stuttgart-Hohenheim.

In die Zeitspanne der Blütendifferenzierung waren die „Nachinfloreszenz"-Knospen der Apfel- und Birnensorten nicht einbegriffen. Sie nahmen eine Sonderstellung ein. Sie waren, wie jedenfalls die Untersuchungen 1953/54 gezeigt haben, während der ganzen Winterzeit in der Lage, in die Blütenphase einzutreten. Müller-Thurgau und Kobel (1928) meinten noch, daß die „Nachinfloreszenzen" ausschließlich während der frühjährlichen Wachstumsperiode zur Zeit des Austriebs der Bäume differenziert wurden.

Als weiterer Sonderfall setzte auch erst nach der Differenzierungsperiode der Infloreszenzen die Anlage von Sekundanblüten ein. Doch wurden 1953/54 jeweils nach Weihnachten keine Neuanlagen mehr beobachtet.

Für die Praxis ist das Wissen um den Eintritt und die Dauer der beginnenden Blütenphase bei den Obstgehölzen deshalb von Bedeutung, weil dadurch die Möglichkeit gegeben ist, zum richtigen Zeitpunkt die richtigen Pflegemaßnahmen vorzunehmen. Für die allgemeine Botanik ergeben sich aus unseren Versuchen an Obstgehölzen die schon von Goebel (1908) und neuerdings von Bünning (1952) nachgewiesene Korrelation zwischen Triebwachstum bzw. Laubblattalterung und Blütenbildung. Erst nachdem diese Zusammenhänge klargestellt sind und der Beginn der Blütendifferenzierung zeitlich festgelegt ist, können physiologische Untersuchungen über die Frage der Blütenbildung bei den Obstgehölzen in Angriff genommen werden.

Zusammmenfassung

1. Bei verschiedenen Apfel-, Birnen-, Kirschen- und Pfirsichsorten traten die Infloreszenzknospen an verschiedenen Typen von Kurztrieben zu verschiedenen Zeiten in die Blütenphase ein.
2. Die Periode des Beginns der Blütenphase erstreckte sich bei Untersuchungen 1953/54 über einen wesentlich längeren Zeitraum, als bisher angenommen wurde, über mindestens 4, im Höchstfall 13 Wochen.
3. Am Kurztrieb bestand eine Korrelation zwischen dem Zeitpunkt des Wachstumsabschlusses und der Blütenbildung.
4. Bei den Pomoideen-Sorten begannen die „Nachinfloreszenz"-Knospen während des ganzen Winters bis zum Frühjahr mit der Blütenphase.
5. Der Blütenstand mancher Pomoideen-Sorten zeigte vereinzelt Übergänge vom Primanpleiochasium zum Sekundanpleiochasium. Die Differenzierung von Sekundanblüten wurde 1953/54 bis Weihnachten beobachtet.

Literatur

Brown, D. S., Effects of irrigation on flower bud development and fruiting in the apricot. Proc. Amer. Soc. f. Hort. Science **61**, 119 (1953).

—, Relation of irrigation practice to the differentiation and development of apricot flower buds. Bot. Gazette **114**, 1 (1952).

Bünning, E., Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg (1953).

—, Über die Ursachen der Blühreife und Blühperiodizität. Ztschr. f. Bot. **40**, 293 (1952).

Dotzler, Fr., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knospen unserer Obstgehölze. Fortschr. d. Landw. **2**, 461 (1927).

Elssmann, E., Über die Periodizität der Blütenentwicklung bei den Obstgehölzen. Landw. Jahrb. **62**, 539 (1925).

Goebel, K., Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Teubner-Verlag, Leipzig - Berlin (1908).

—, Organographie der Pflanzen, I. Teil. G. Fischer, Jena (1928).

Hilkenbäumer, F., und G. Buchloh, Zur Histogenese der Übergangsknospen beim Apfel. Gartenbauwiss. **1 (19)**, 1 (1954).

Kemmer, E., Die Blühreife. Institut für Obstbau, Universität Berlin, Merkbl. **12**, I (1943).

—, Beeinflussung der Blühreife im Obstbau. Institut für Obstbau, Universität Berlin, Merkbl. **13** (1949).

Kobel, Fr., Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. Springer-Verlag (1954).

Laibach, F., und F. J. Kribben, Apikaldominanz und Blühreife. Beitr. z. Biol. d. Pfl. **30**, 1 (1953).

Luyten, I., De Periodiciteit van de Knopontwikkeling bij den Prun. Mededeel. v. d. Landboowhoogeschool **18**, 103 (1921).

Müller-Thurgau und Fr. Kobel, Untersuchungen über den Blüten- und Fruchtansatz unserer Obstbäume. Landw. Jahrb. d. Schweiz **42**, 683 (1928).

Rauh, W., Morphologie der Nutzpflanzen, Quelle und Meyer Verlag, Heidelberg (1950).

— und H. Reznik, Histogenetische Untersuchungen an Blüten- und Infloreszenzachsen. Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., Math. Nat. Kl. (1951).

Söding, H., Die Wuchsstofflehre. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1952).

Späth, H., Der Johannistrieb. Paul Parey Verlag, Berlin (1912).

Troll, W., Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. Bd. 1. Vegetationsorgane, Teil 1. Gebr. Borntraeger Verlag, Berlin (1937).

Tufts, W., and E. Morrow, Fruit-bud differentiation in deciduous fruits. Hilgardia **1**, 1 (1925).

Ulkümen, L., Die Bedeutung des Termins der Blütenknospenausbildung für die Ertragsfähigkeit bei Obstgehölzen. Gartenbauwiss. **14**, 169 (1940).

Versluys, M., De Periodiciteit van de Knopontwikkeling bij den Kerns. Mededeel. v. d. Landbouwhoogeschool **19**, 149 (1921).

(Aus der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Gießen des Deutschen Wetterdienstes)

Die Verdunstungsmengen des Piche-Evaporimeters in ihrer korrelativen Abhängigkeit von Sättigungsdefizit und Wind

Von

H. Wächtershäuser

Mit der zunehmenden Bedeutung und Ausweitung der angewandten Klimatologie und insbesondere der Agrarmeteorologie ist neben den bekannteren Klimaelementen, wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Luftdruck usw., in letzter Zeit vor allem die „Verdunstungskraft" oder der „Verdunstungsanspruch" der Atmosphäre wieder mehr in den Blickpunkt des praktischen Interesses getreten. Besonders bei kleinklimatischen und ökologischen Untersuchungen kommt der Verdunstungskraft eine erhöhte Bedeutung zu. Während sich der Ökologe dafür interessiert, welche Anforderungen seitens der klimatischen Umweltverhältnisse auf engstem Raume an die Wasserbilanz der Pflanze gestellt werden, spielt für den Landwirt und Wasserwirtschaftler die Beanspruchung des Wasserhaushaltes des Bodens durch die klimatischen Bedingungen auch auf größerem Raume eine besondere Rolle.

Die Verdunstung kommt durch die Wirkung vieler meteorologischer Elemente, wie Sättigungsdefizit, Wind, Temperatur, Strahlung, Luftdruck usw., zustande, und die gemeinsame Einwirkung der Summe dieser Elemente sei als Verdunstungskraft oder Verdunstungsanspruch bezeichnet. Die Größe dieser Verdunstungskraft kann nicht direkt gemessen werden, läßt sich aber nach der Wassermenge beurteilen, die eine Wasseroberfläche von bestimmter Größe oder ein Verdunstungskörper irgendeines Meßsystems in einer bestimmten Zeit verdunstet. Es ist durchaus berechtigt, diese „Verdunstungsmenge" mit einer für praktische Zwecke hinreichenden Genauigkeit als Maß für die Verdunstungskraft anzusehen. Instrumente, mit deren Hilfe sich diese Verdunstungsmenge bestimmen läßt, heißen bekanntlich „Evaporimeter" oder „Atmometer". Eine im physikalischen Sinne strenge Definition für die Verdunstungskraft läßt sich jedoch nicht geben, da weder eine exakte formelmäßige Beziehung zwischen der verdunsteten Wassermenge der einzelnen Meßsysteme und den maßgeblichen Klimaelementen besteht noch die Verdunstungsmenge nach einer absoluten Methode bestimmt werden kann. Denn die an der Verdunstung beteiligten Klimaelemente wirken sich einmal auf die einzelnen Verdunstungssysteme unterschiedlich aus, so daß die nach den verschiedenen Methoden erhaltenen Verdunstungsmengen voneinander abweichen. Eine Standardisierung des Meßsystems und der Aufstellung ist daher erforderlich, um bei gleichzeitigen Messungen an mehreren Orten die lokalen Unterschiede der

Verdunstungskraft herauszuarbeiten. Zum anderen ist nicht anzunehmen, daß die Änderungen der an dem gleichen Instrument abgelesenen Verdunstungsmengen den Änderungen der klimatischen Umweltverhältnisse, d. h. den Änderungen der Verdunstungskraft, immer proportional sind. Es ergibt sich also, daß die Verdunstungsmenge ein in theoretischer Hinsicht zwar nicht ganz exaktes, aber für praktische Zwecke völlig ausreichendes Maß für die Verdunstungskraft darstellt. In diesem Zusammenhange wird auch häufig der Ausdruck „Evaporation" gebraucht. Das Wort bedeutet soviel wie „Verdampfung" und stellt somit in seinem ursprünglichen Sinne eine Größe dar, die ebenfalls weder eindeutig definiert ist noch absolut gemessen werden kann. Denn die Instrumente zur Bestimmung der Verdampfungs- oder Verdunstungsmenge entsprechen, wie bereits erwähnt wurde, verschiedenen physikalischen Systemen, die auf die Einwirkung der Klimaelemente unterschiedlich reagieren.

I. Beschreibung und Arbeitsweise des Piche-Evaporimeters

In der Praxis werden nun verschiedene Meßgeräte benutzt, die alle darauf beruhen, daß man die entweder an einer freien Wasseroberfläche oder an einem irgendwie gestalteten feuchten Verdunstungskörper verdunstete Wassermenge bestimmt und diese als Maß für die Verdunstungskraft oder den Verdunstungsanspruch der Luft ansieht. Eines dieser Geräte stellt das nach seinem Erfinder benannte und schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannte Piche-Evaporimeter dar, das ob seiner Einfachheit häufig für Verdunstungsmessungen benutzt wird. Bei diesem Instrument wird die Verdunstung durch eine als Verdunstungskörper dienende runde Fließpapierscheibe bestimmt, die eine mit Wasser gefüllte und senkrecht angebrachte Glasröhre am unteren offenen Ende verschließt, während das obere Ende zugeschmolzen ist. Die Wassersäule im Innern der Glasröhre befindet sich also an ihrem unteren Ende in unmittelbarer Verbindung mit der Verdunstungsscheibe, die sich mit Wasser vollsaugt und dieses in die Luft verdunstet. Die Menge des verdunsteten Wassers läßt sich an einer auf der Glasröhre angebrachten Graduierung leicht ablesen. Eine dünne Drahtfeder drückt die Verdunstungsscheibe von unten her leicht gegen die plangeschliffene Mündung des Glasrohres.

Ein wichtiger Teil des Instrumentes ist die Fließpapierscheibe, von deren Beschaffenheit und Größe die verdunstete Wassermenge in erster Linie abhängt. Soweit bekannt, wurden Scheiben von 14—80 mm Durchmesser verwendet. Die größeren Scheiben trocknen jedoch bei starker Verdunstung in Randnähe etwas aus, weil dann der Wassernachschub durch die Scheibe nicht rasch genug vonstatten geht. Die große Verdunstungsfläche bedingt auch eine hohe Verdunstung, so daß sich der Wasservorrat rascher erschöpft und größere Glasröhren verwendet werden müssen. Am günstigsten dürften wohl Scheiben von 30 mm Durchmesser sein, weil dann einerseits eine gleichmäßige Durchfeuchtung gewährleistet ist und andererseits das zur Verfügung stehende Wasser

nicht zu schnell aufgebraucht wird. Größere Scheiben können außerdem durch stärkeren Wind fortgerissen werden, wenn sie nicht durch besonders kräftige Federn befestigt sind. Die physikalischen Eigenschaften der Verdunstungsscheibe sind je nach der Papiersorte verschieden, was bei Vergleichsmessungen die Benutzung von Scheibchen der gleichen Papiersorte notwendig macht, wie überhaupt die verwendeten Instru-

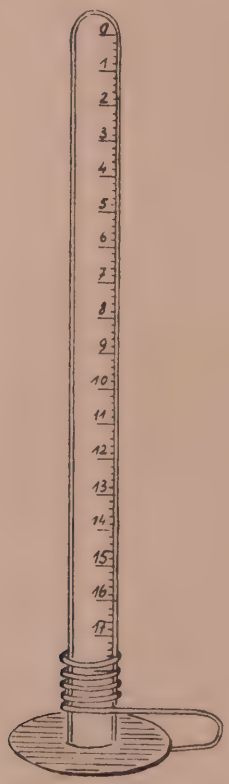


Abb. 1.
Piche-Evaporimeter

mente in allen übrigen Eigenschaften und Abmessungen übereinstimmen sollen. Besser als die weichen Fließpapiersorten sind steife Löschpapiere geeignet, da bei längerer Benutzung die Verdunstungsscheiben zunehmend aufweichen und nach eventuell vorübergehender Austrocknung ihre Struktur verändern. Daher ist nach einer gewissen Zeit die Erneuerung der Scheibchen erforderlich, die sich mit Hilfe einer Stanze leicht aus einem Bogen Fließpapier herstellen lassen.

Es ist zweckmäßig, vor dem Beginn der Messung die Verdunstungsscheibe mit einer feinen Nadel in der Mitte zu durchstechen, wodurch das bei der Verdunstung verbrauchte Wasser rascher durch Luft ersetzt wird, die in kleinen Bläschen in der Glasröhre emporquirlt. Hierdurch

wieder fließt das Wasser schneller in die Verdunstungsscheibe nach, was ihre raschere und gleichmäßige Durchfeuchtung zur Folge hat. Zum Vergleich der bei anderen Meßsystemen beobachteten Verdunstungsmengen ist die Kenntnis der Oberfläche der Papierscheibe erforderlich. Dabei muß man die Scheibe als kleinen Zylinder ansehen, da das Papier durch die starke Quellung seine Dicke um etwa 50 % (nach Leick) erhöht. Wird nun die Verdunstungsscheibe an ihrer Unterseite nur durch einen Drahtkreis gehalten, so kann man dessen Berührungsfläche wohl vernachlässigen, während ein Teil der Oberseite der Scheibe von der Glasröhre bedeckt wird und somit für die Verdunstung nicht in Frage kommt. Bezeichnet man den Halbmesser der Scheibe mit r_s den äußeren Halbmesser der Röhre mit r_r und die Dicke des gequollenen Papieres mit d, so beträgt die Verdunstungsfläche

$$F = 2\pi r_s^2 + 2\pi r_s d - \pi r_r^2.$$

Beispielsweise ergibt sich für eine Scheibe von 30 mm Durchmesser, eine Glasröhre von 10 mm äußeren Durchmesser und für eine Scheibe von 1 mm Dicke in gequollenem Zustand eine Verdunstungsfläche von 14,3 cm². Wird die Verdunstungsscheibe an ihrer Unterseite jedoch nicht von einem einfachen Drahtkreis, sondern von einem Metallring der Breite $r_1 - r_2$ gehalten, so fällt die von dem Ring bedeckte Fläche für die Verdunstung aus, und in vorstehender Formel wäre die Ringfläche $\pi (r_1^2 - r_2^2)$ zusätzlich in Abzug zu bringen.

Die Abmessungen der als Wasserreservoir dienenden Glasröhre sind unterschiedlich, denn je nachdem, ob Ablesungen in kürzeren oder längeren Zeitabständen geplant sind, wird ein verschieden großer Inhalt der Röhre benötigt. Im allgemeinen bewegt sich die Länge des Glasrohres zwischen etwa 15 bis 30 cm, die lichte Weite zwischen 0,5 bis 1 cm und der Inhalt zwischen 5 bis 20 oder gar 30 cm³. Die auf der Außenseite der Röhre angebrachte Graduierung gestattet die Ablesung der verbrauchten Wassermenge auf zehntel Kubikzentimeter genau. Die senkrecht aufzustellende Röhre ist am oberen Ende zugeschmolzen und wird am unteren, offenen Ende zweckmäßig plangeschliffen. Oftmals ist am oberen Ende noch eine kleine Öse angeschmolzen, an der das Gerät aufgehängt werden kann. In diesem Falle muß das Rohr jedoch noch an einem zweiten Punkt starr befestigt werden, damit es nicht vom Wind ins Pendeln gebracht werden kann.

Eine aus einem Draht bestehende Haltevorrichtung verhindert das Abfallen des Verdunstungskörpers durch Erschütterungen oder Wind. Das obere Ende dieses Drahtes läuft in mehrere Windungen aus, die das Glasrohr so umfassen, daß sie an ihm auf- und abwärts geschoben werden können, während das untere Ende zu einer waagerecht liegenden, kreisförmigen Schlinge mit dem gleichen Durchmesser wie das Rohr zusammengebogen ist und die Verdunstungsscheibe, die nach allen Seiten gleichmäßig über das Rohr übersteht, von unten her gegen die Rohrmündung drückt. Es ist darauf zu achten, daß die Schlinge des Drahtes genau auf die Rohröffnung zu liegen kommt und das Scheibchen allseitig gleichmäßig andrückt, damit es nicht an einer Seite etwas lockerer sitzt

und hier Wassertropfen hervorquellen können. Beim Auflegen des Scheibchens wird der Draht zunächst abwärts geschoben, damit die Schlinge etwas von der Rohröffnung absteht und das Auflegen nicht behindert. Alsdann schiebt man den Draht wieder so weit nach oben, bis die Schlinge in der beschriebenen Weise die Verdunstungsscheibe gegen die Rohrmündung andrückt.

Die Glasröhre soll mit destilliertem Wasser gefüllt werden. Leick fordert sogar frisch ausgekochtes destilliertes Wasser, weil dieses noch nicht wieder in nennenswertem Ausmaß gasförmige Bestandteile aufgenommen hat, die dann später während der Messung wieder austreten und das über der Wassersäule befindliche Luftvolumen vergrößern.

Die bereits mit einer sehr dünnen Nadel in der Mitte durchstochene Verdunstungsscheibe wird zunächst in destilliertem Wasser eingeweicht und in völlig wassergesättigtem Zustand so an der Mündung der Röhre angebracht, daß sie nach allen Seiten gleichmäßig übersteht. Es ist besonderes Augenmerk darauf zu richten, daß sich die Durchstechung durch das Quellen nicht wieder verschlossen haben darf. Man kann jedoch auch die Scheibe nach dem Durchstechen in trockenem Zustande anbringen und mit dem Beginn der Messung bis zur völligen Durchfeuchtung des Fließpapiers warten. Die Durchtränkung wird durch das Vorhandensein der Durchstechung stark beschleunigt und stellt sich schon nach kurzer Zeit ein. Da es etwas umständlich zu erreichen ist, daß die Wassersäule bei Beginn der Messung genau an der Nullmarke steht, kann man auch von einem in der Nähe der Nulleinstellung liegenden Wert als Anfangswert ausgehen. Es sei nochmals darauf verwiesen, daß zur Vermeidung von Schwingungen und Erschütterungen das Gerät nicht lose aufgehängt oder an einem Baumzweig befestigt werden sollte.

Eine Frage von grundsätzlicher Bedeutung, für deren Beantwortung in manchen Fällen der mit den Messungen verbundene Zweck den Ausschlag geben kann, ist es, ob das Instrument der Insolation ausgesetzt werden soll oder nicht. Befindet sich das Gerät im Schatten, so dürfte wohl im großen und ganzen die Temperatur der verdunstenden Oberfläche mit der des feuchten Thermometers übereinstimmen. Dies ändert sich jedoch grundlegend, wenn das Instrument von den Sonnenstrahlen getroffen wird. Durch die nun höhere Temperatur der verdunstenden Fläche und auch des nachströmenden Wassers wird die Verdampfungsgeschwindigkeit wesentlich erhöht. So betrug bei Vergleichsmessungen die Verdunstungsmenge im Schatten nur etwa 70 % von der in der Sonne. Dienen die Messungen beispielsweise der Erforschung der Transpirationsverhältnisse bei Pflanzen, so wird oft die Besonnung gewählt, weil dann für Instrument und Pflanze die gleichen Voraussetzungen zutreffen. Sollen jedoch die Messungen zur Beurteilung des Feuchtigkeitsklimas herangezogen werden, so kann man über die Wahl von Besonnung oder Beschattung im Zweifel sein. Die Frage, ob bei wechselnder Insolation die Änderungen der Angaben des Piche-Evaporimeters den Änderungen der Verdunstungskraft (oder auch der Transpirationsverhältnisse der Pflanzen) proportional sind, kann sicherlich nicht bejaht werden.

In engem Zusammenhang mit der Frage der Insolation steht auch die Farbe der Verdunstungsscheibe. Denn durch letztere wird weitgehend die Absorption der Sonnenstrahlen und Erwärmung der Verdunstungsscheibe bestimmt, wovon wiederum die Verdunstung wesentlich abhängt. G. Propp benutzte bei seinen Untersuchungen schwarze, grüne und weiße Fließpapierstreifen und stellte fest, daß, wie erwartet werden mußte, weiße Scheiben am wenigsten und schwarze am meisten verdunsteten. Propp gibt an, daß in der Gesamtheit der Beobachtungen die grünen Scheiben 23 % und die schwarzen 40 % mehr verdunsteten als die weißen. Betrachtet man nur die Tageswerte, so ergeben sich die entsprechenden Zahlen zu 30 % und 53 %. Die Unterschiede waren bei direkter Bestrahlung am größten und verringerten sich stark bei diffusem Licht; nachts wurden keine Differenzen festgestellt.

Die Verdunstungsscheibchen weichen bei längerer Benutzung zunehmend auf und verändern ihre Struktur. Diese Strukturänderung ist besonders stark, wenn die Scheibchen einmal oder mehrere Male vorübergehend ausgetrocknet waren, so daß in diesen Fällen die sofortige Erneuerung der Fließpapierscheibe erforderlich ist. Um festzustellen, ob eine verschieden lange Benutzungsdauer Einfluß auf die verdunstete Wassermenge hat, wurden im Mai und Juni 1954 von der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Gießen mehrwöchige Vergleichsmessungen mit 5 in jeder Hinsicht gleichartigen Piche-Evaporimetern durchgeführt, wobei die aus grünem Fließpapier bestehenden Verdunstungsscheiben (Durchmesser 30 mm) der einzelnen Instrumente jeweils 1, 2, 3, 4 und 5 Tage in Benutzung waren. Die Evaporimeter waren im Freien aufgestellt und der Besonnung ausgesetzt. Setzt man die bei täglicher Erneuerung der Scheibe beobachtete Verdunstungsmenge gleich 100, so ergeben sich folgende Werte:

Neue Scheibchen nach:	1	2	3	4	5	Tagen
Verdunstungsmengen	100	100,6	98,2	100,2	100,8	
Abweichungen	—	0,6	—1,8	0,2	0,8	

Die Abweichungen waren also äußerst minimal und können auch in zufälligen Schwankungen ihre Ursache haben. Eine zwischen 1 bis 5 Tagen liegende Benutzungsdauer beeinflußt also die Verdunstungsmengen noch nicht merklich. Wurde ein Verdunstungsscheibchen bei starker Sonnenbestrahlung einmal absichtlich austrocknen gelassen, so änderte es sehr rasch seine Struktur, indem es sich verhärtete, verfärbte und wellte. Die Scheiben können also mindestens 5 Tage lang benutzt werden, sofern nicht die Besonderheiten einzelner Standorte (z. B. Verschmutzung) eine vorzeitige Erneuerung erforderlich machen oder zwischendurch eine Austrocknung des Fließpapiers eingetreten war.

Mit frei exponierten Evaporimetern können nur in Trockenzeiten Messungen ausgeführt werden, da schon der geringste Niederschlag die Ablesungen beeinflussen kann. Ebenso wirkt sich auch kräftiger Taufall auf die Ergebnisse aus. Abschirmungen von Niederschlag und Tau dagegen führen leicht zu einer Beeinflussung des Windfeldes.

Bei netzmäßigen Untersuchungen können selbstverständlich nur völlig gleichartige Geräte bei einheitlicher Aufstellung verwendet werden. Auch sind in jeder anderen Hinsicht die gleichen Bedingungen anzustreben, um vergleichbare Resultate zu erzielen. Beispielsweise sollen die Rohre stets zur gleichen Zeit aufgefüllt werden, damit nicht in dem einen Rohr ein hoher und in einem anderen Rohr zur gleichen Zeit ein niedriger Wasserstand herrscht. Denn die Höhe der Wassersäule im Glasrohr ist nicht ganz ohne Wirkung auf die Durchfeuchtung des Fließpapiers und damit auch auf die Verdunstungsmenge.

Abschließend seien nochmals einige Punkte angeführt, auf die bei der Durchführung der Messungen besonders zu achten ist:

1. Die Glasröhre soll sich immer in der Senkrechten befinden und schwingungs- sowie erschütterungsfrei befestigt sein.
2. Die Verdunstungsscheibe soll stets allseitig mit dem gleichen Federdruck gegen die plangeschliffene Rohröffnung gedrückt werden. Man sollte tunlichst bei jeder Ablesung und jedem Nachfüllen den gleichmäßigen und dichten Kontakt des Fließpapiers überprüfen.
3. Die Durchstechung darf bei eventuellem vorherigen Einweichen der Scheibe nicht verquellen, damit das verbrauchte Wasser jederzeit sofort durch eindringende Luft ersetzt werden kann. Hiervon hängt wiederum die rasche und gleichmäßige Durchtränkung des Papiers und nicht zuletzt auch die Höhe der Wassersäule im Glasrohr etwas ab.
4. Bei wechselnd bewölktem Wetter können vor allem dadurch geringe Fehlangaben entstehen, daß sich die im Glasrohr eingeschlossene Luftsäule durch plötzlich einsetzende stärkere Besonnung erwärmt und infolge ihrer Ausdehnung die Wassersäule etwas reduziert.

Die Vorzüge des Picherohres bestehen vor allem in seiner großen Einfachheit und Billigkeit. Ferner ist es leicht zu bedienen und gestattet eine rasche, direkte Ablesung. Auf Grund dieser Vorteile bietet es vielseitige Verwendungsmöglichkeiten bei Freilandmessungen jeglicher Art. In der Agrarmeteorologie eignet es sich gut für größere Freilandeinsätze bei Windschutzuntersuchungen und Geländekartierungen.

II. Abhängigkeit der Piche-Verdunstung von Sättigungsdefizit und Wind

Um weitere praktische Erfahrungen mit dem Piche-Evaporimeter zu sammeln und um einen Einblick in die Abhängigkeit der Piche-Verdunstung vom Sättigungsdefizit und der Windgeschwindigkeit zu gewinnen, führte die Agrarmeteorologische Forschungsstelle Gießen im Sommer 1954 Messungen dieser Größen in den niederschlagsfreien Zeiten durch. Ein der Insolation frei ausgesetztes Picherohr und ein Handanemometer wurden von 8 bis 18 Uhr stündlich und für die Zeit von 18 bis 8 Uhr einmal morgens abgelesen. Das Auffüllen des Rohres erfolgte morgens und abends. Die Psychrometermessungen sowie die Temperatur- und Feuchtigkeitsregistrierungen in der Hütte lieferten die

Unterlagen für die Berechnung der Stundenwerte des Sättigungsdefizits. In Abb. 2 sind die tagsüber erzielten Stundenwerte ohne Rücksicht auf die Tageszeit fortlaufend aufgezeichnet. Es lagen insgesamt 123 Werte für jede Größe vor. Es läßt sich in der Abbildung gut erkennen, daß die Kurven der Piche-Verdunstung und der Windgeschwindigkeit im großen und ganzen einen parallelen Gang aufweisen. Man sieht aber auch schon bei genauerem Hinschauen, daß die Übereinstimmung zwischen Piche-Verdunstung und Sättigungsdefizit viel besser ist. Der Unterschied kommt viel deutlicher zum Ausdruck, wenn man die Wertepaare als Punktwolken aufzeichnet, wie es in Abb. 3 geschehen ist. Die obere Punktwolke läßt zwar eine Abhängigkeit der Verdunstung von der Windgeschwindigkeit erkennen, jedoch streuen die Punkte noch beachtlich. Der Korrelationskoeffizient ergibt sich zu

$$r = 0{,}45.$$

Für die Beurteilung von r ist es nun wichtig zu wissen, daß die Zufallsgrenze bei 0,27 liegt. Sieht man nämlich das vorgegebene Kollektiv lediglich als eine Stichprobe aus einem größeren Gesamtkollektiv an, so würde die obere Grenze, die bei völliger Unabhängigkeit der beiden Variablen in dem Gesamtkollektiv der Kkz. der Stichprobe innerhalb der üblichen statistischen Zufallsgrenzen annehmen könnte, 0,27 betragen (Umfang des Kollektivs $n = 123$). Dieser Grenzwert wird aber beträchtlich überschritten, so daß r statistisch gesichert ist und einen wirklichen Zusammenhang zwischen den beiden Veränderlichen aufzeigt. Einzelheiten über diesen Zusammenhang, der nicht besonders eng ist,

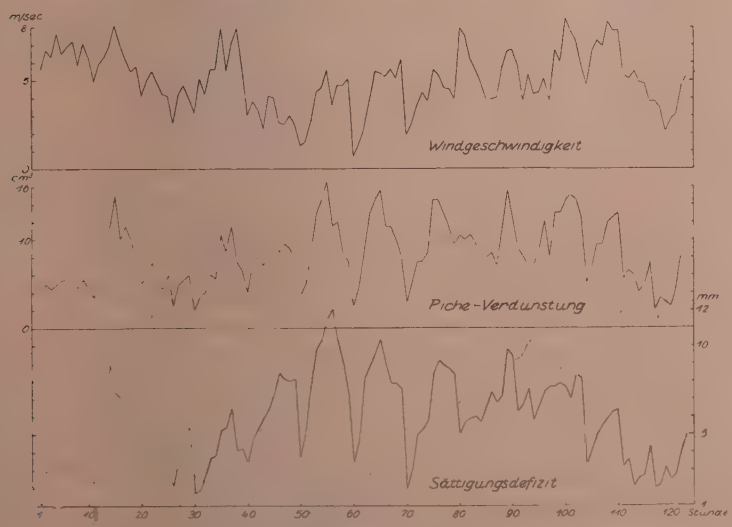
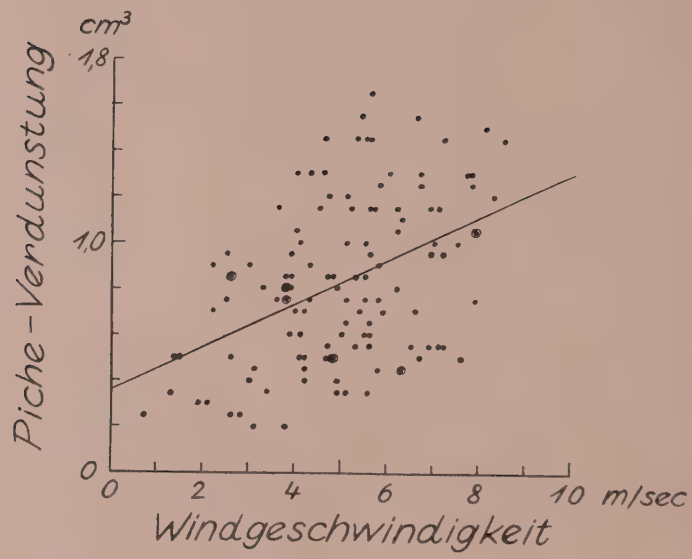


Abb. 2.
Stundenwerte der Piche-Verdunstung, des Sättigungsdefizits und der Windgeschwindigkeit



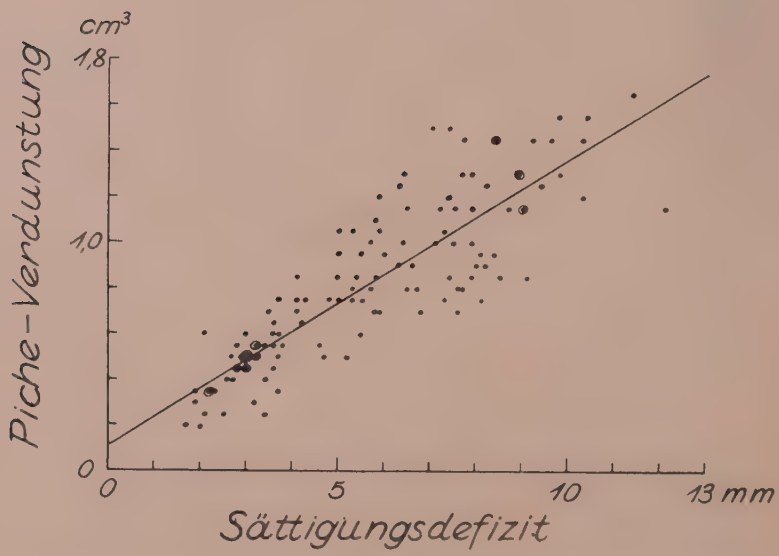


Abb. 3.
Abhängigkeit der Piche-Verdunstung vom Sättigungsdefizit und der Windgeschwindigkeit

lassen sich jedoch nicht entnehmen. Vor allem läßt sich nicht feststellen, daß bei stärkerem Wind die Zunahme der Verdunstung nicht mehr so groß ist wie bei geringerer Luftbewegung, was schon von anderer Seite festgestellt worden ist. Zur Klärung dieses Sachverhalts wären umfangreichere Messungen erforderlich, während es bei den vorliegenden Untersuchungen lediglich darauf ankam, die Unterschiede zwischen der Abhängigkeit der Verdunstung vom Sättigungsdefizit einerseits und dem Wind andererseits aufzuzeigen.

Die beste Gerade, in bezug auf die die Summe der Abweichungsquadrate der Verdunstungswerte ein Minimum annimmt, hat die Gleichung:

$$V_p = 0{,}095\ v + 0{,}36$$

V_p = Piche-Verdunstung in cm^3

v = Windgeschwindigkeit in m/sec.

Die zweite Punktwolke unserer Abbildung läßt nun einen wesentlich strafferen Zusammenhang zwischen den beiden Veränderlichen erkennen. Die Wolke hat eine schmale, langgestreckte Form und gleicht sich infolge der bedeutend geringeren Streuung der Punkte weit besser der Geraden an. Bei den kleineren Werten scheint der Zusammenhang etwas enger zu sein als bei den größeren, die eine etwas größere Streuung aufweisen. Der Kkz. errechnet sich zu

$$r = 0{,}85.$$

In diesem sehr hohen Wert von r kommt die sehr starke Abhängigkeit der Verdunstungsmenge von dem Sättigungsdefizit klar zum Ausdruck.

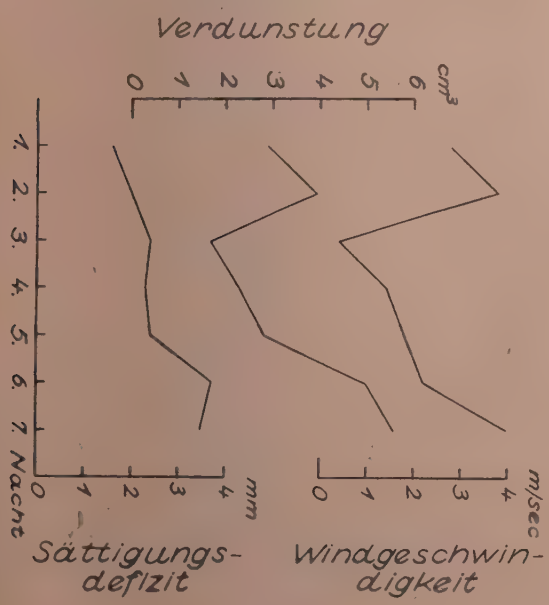


Abb. 4.
Nachtwerte der Piche-Verdunstung, des Sättigungsdefizits und der Windgeschwindigkeit

Die Zufallsgrenze liegt auch hier wieder bei 0,27 und wird von r um ein Mehrfaches überschritten. Die beste Gerade ist gegeben durch die Gleichung

$$V_p = 0{,}123\ S + 0{,}13$$
$$S = \text{Sättigungsdefizit in mm.}$$

Die mit dem Piche-Evaporimeter gemessene Verdunstungsmenge hängt also in weit stärkerem Maße von dem Sättigungsdefizit als von der Windgeschwindigkeit ab.

Leider waren während des Untersuchungszeitraumes nur 7 Nächte von 18 bis 8 Uhr völlig niederschlagsfrei. Die wenigen Ergebnisse aus diesen Messungen seien aber der Vollständigkeit halber noch angeführt. In Abb. 4 ist der Verlauf der Nachtwerte dargestellt, wobei das Sättigungsdefizit für jede Stunde berechnet und dann gemittelt wurde.

Dem Kurvenverlauf zufolge scheint die Piche-Verdunstung entgegen den Verhältnissen am Tage nachts stärker von der Windgeschwindigkeit als vom Sättigungsdefizit abzuhängen. Der geringe Umfang der Beobachtungen läßt jedoch keine sicheren Schlüsse zu.

III. Vergleich zwischen den Verdunstungsmengen des Piche-Evaporimeters und der Wildschen Waage

Um einmal die Verdunstungsmengen zweier verschiedener Meßsysteme miteinander vergleichen zu können, wurden im Mai 1954 gleichzeitige Messungen mit einem Piche-Evaporimeter und der Wildschen Waage durchgeführt. Beide Instrumente befanden sich in der Hütte und waren somit gegen Niederschlag und Besonnung geschützt. Die Gesamtverdunstungsmenge (Tag und Nacht) der Wildschen Waage ergab sich zu nur 67,6 % von derjenigen des Picherohres. Dieser Prozentsatz erhöhte sich bei den Tagwerten (8 bis 18 Uhr) auf 70,5 und ging bei den Nachtwerten (18 bis 8 Uhr) auf 62,6 zurück. Tagsüber kam also die mit der Wildschen Waage gemessene Verdunstungsmenge etwas näher an die Piche-Verdunstung heran als während der Nacht. Die beiden in ihrem physikalischen Prinzip unterschiedlichen Verdunstungssysteme haben somit verschieden auf die Änderung der klimatischen Umweltverhältnisse vom Tag zur Nacht reagiert. Bei freier Exposition der Instrumente (Besonnung) wären die Differenzen zwischen Tag und Nacht und wohl auch zwischen den Geräten untereinander wieder andere gewesen. Die geringere Verdunstung der Wildschen Waage läßt sich wohl zum Teil dadurch erklären, daß die wirksame Verdunstungsfläche des Picherohres infolge der Quellung und Rauhigkeit des Fließpapiers größer ist als die berechnete Oberfläche. Auch dürfte der Umstand von Einfluß sein, daß sich die Verdunstungsscheibe auf Grund ihrer geringeren thermischen Trägheit rascher den Temperaturschwankungen der Luft anzugleichen vermag als die in der Verdunstungsschale der Wildschen Waage befindliche Wassermasse.

Aus den Verdunstungsmengen der vorstehenden und auch anderer Meßsysteme können aber noch keine Rückschlüsse auf die wahren Verdunstungsgrößen in der Natur gezogen werden. Denn letztere hängen außer von den klimatischen Verhältnissen auch noch ganz wesentlich von anderen, inneren Faktoren ab, beispielsweise bei den Pflanzen von den physiologischen Vorgängen und beim Boden von dessen Feuchtegehalt. Als Maß für die Verdunstungskraft der Luft geben die Verdunstungsmengen der Evaporimeter lediglich darüber Aufschluß, in welchem Umfange der Wasserhaushalt von Boden und Pflanze durch die klimatischen Bedingungen beansprucht wird.

Literatur

1. Abderhalden, E., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4, II, S. 1685.
   Dortselbst weitere Literaturnachweise.
2. Kleinschmidt, E., Handbuch der meteorologischen Instrumente und ihrer Auswertung, S. 226.
3. von dem Borne, H., Verdunstungsstudien. Ann. Hydrogr. **57** (1930), S. 409.
4. Uhlig, S., Berechnung der Verdunstung aus klimatologischen Daten. Mitt. d. Deutschen Wetterdienstes, Nr. 6, Jan. 1954.

Besprechungen aus der Literatur

Anleitung zu Beobachtungen für den Pflanzenschutzwarndienst im Gebiet Weser-Ems. Zusammengestellt von **W. Holz,** mit Einführung von **K. V. Stolze.** Schriftenreihe Landw.-Kammer Oldenburg, Wirtsch.-Beratungsd.-Heft 7. 1954. 64 S.

Hinter dem etwas verunglückten Titel verbirgt sich ein äußerst verdienstvolles Heft, das zunächst als Arbeitsunterlage für alle Mitarbeiter des Pflanzenschutzamtes Oldenburg gedacht ist, darüber hinaus aber eine noch größere Bedeutung als Diskussionsgrundlage für den gesamten Pflanzenschutzdienst haben dürfte. Unter „Warndienst" ist natürlich nicht jener von der Wissenschaft angestrebte, aber meist noch nicht realisierbare Warndienst zu verstehen, der auf sicheren Prognosen basiert, sondern ein Warndienst im Sinne einer „zeitgebundenen Aufklärung", wie es Stolze bezeichnet; und zwar einer Aufklärung, die aus Hinweisen und eigentlichen Warnungen (einschließlich Bekämpfungsvorschriften) auf Grund der ständigen unmittelbaren Beobachtungen über Krankheiten und Schädlinge an möglichst vielen Stellen des Gebietes besteht. Im Teil 1 befindet sich eine Übersicht auf welche Krankheiten in den einzelnen Monaten besonders zu achten ist, Teil 2 informiert alphabetisch über die einzelnen Krankheiten und ihre Bekämpfung, und im Teil 3 werden die für das Gebiet Weser-Ems wichtigsten Krankheiten und Schädlinge nach Acker-, Obst- und Gemüsebau getrennt beschrieben, die Beobachtungsmethoden, Warn- und Hinweiszeiten sowie Bekämpfungsmöglichkeiten aufgeführt. Es ist zu hoffen, daß durch diese Schrift die Pflanzenschutzpraxis zur kritischen Stellungnahme herausgefordert wird. Es kann nur der Entwicklung eines dem derzeitigen Stande unserer Erfahrungen möglichst vollkommen angepaßten Warndienstes dienlich sein.

Hassebrauk, Braunschweig.

Baumeister, W., Planktonkunde für Jedermann. 3. neubearbeitete Auflage. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1954. 121 S., 4 Taf., 184 Abb. Kart. 9,80 DM.

In der Reihe der Handbücher für die praktische naturwissenschaftliche Arbeit ist Baumeisters Planktonkunde nunmehr in 3. neubearbeiteter Auflage erschienen. Die Neuauflage zeigt mannigfache glückliche Erweiterungen. 100 Vertreter des Phytoplanktons und 50 Zooplankter sind neu hinzugekommen, mehrere neuere Verfahren der Mikrotechnik aufgenommen. Eine weitere Bereicherung bedeuten viele Ergänzungen zu den biologischen Daten und vor allem die Schlüssel, mit deren Hilfe die Gattungen bestimmt werden können. In weiser Beschränkung ist von einer weitergehenden Aufschlüsselung abgesehen, deren Schwierigkeit jedem Hydrobiologen geläufig ist und die auch den Rahmen des Büchleins sprengen würde. Baumeisters Planktonkunde wendet sich an den Liebhaber und den Studierenden. Möge das Buch wie schon die früheren Auflagen dem Zauberreich der Planktonten viele neue Freunde zuführen, „da die lieben kleinen Welten wirklich Herrlichstes entfalten". Hassebrauk, Braunschweig.

Jahrbuch 1953 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung in Wien. Redigiert von **R. Bauer.** (5. Sonderheft von „Die Bodenkultur"). Fromme & Co., Wien 1954. 235 S., 37 Abb. Brosch. 58,— S.

Der Direktor der Anstalt, R. Bauer, erstattet einleitend den Tätigkeitsbericht. — Germ berichtet über die Arbeit der Wiener Samenprüfstelle und im besonderen über das Vorkommen der Samen von *Helminthia echioides* im Luzernesaatgut österreichischer Herkunft, Erhart berichtet über den Saatgutüberwachungsdienst in Österreich. — Einen bemerkenswerten Beitrag zur Problematik der verschiedenen Keimprüfungsmethoden liefern Germ und Kietreiber mit ihren Untersuchungen über die Vitalität des Maiskornes. — Maria Kietreiber beschreibt die Prüfung des Gesundheitszustandes von Erbsen- und Bohnensaatgut nach der Filtrierpapierrollenmethode, die neben der Triebkraft auch die häufigsten parasitären Erkrankungen erkennen läßt. — Fuchs berichtet über die Tätigkeit der chemischen und Qualitätsabteilung und in einer besonderen Mitteilung über den Verarbeitungswert der in Österreich verbreiteten Weizensorten. — Hilde Nietsch setzt die botanische Beschreibung der Getreidesorten bei zwölf Weizen und vier Gersten fort. — Drahorad teilt seine Erfahrungen im Qualitätsbraugerstenanbau mit. — Zweifler berichtet über die Fortsetzung der Saatstärkenversuche mit vier Sommergersten, Zislavsky über die Frostresistenzprüfungen von Winterweizensorten. — Die Ergebnisse der von 1949—1953 durchgeführten Kartoffelnachbauversuche werden von Johanna Demel vorgelegt. — Über die Prüfung von Zuckerrübensorten berichtet Graf. — Die von Pommer veröffentlichten Erfahrungen aus mehrjährigen Anbauversuchen mit Winterzwischenfruchtpflanzen und mit Esparsette sind für den Feldfutterbau von besonderem Interesse. — Das vielseitige und wertvolle Jahrbuch schließt mit der Sortenliste der im österreichischen Zuchtbuch eingetragenen Kulturpflanzen und dem Zuchtstättenverzeichnis. Hassebrauk, Braunschweig.

Kronen-Kalender „Pflanzen". Kronen-Verlag, Hamburg 1955. 12 Bildtafeln. 4,50 DM.

Es ist erfreulich, daß uns die letzten Jahre mehrfach Bildwerke der Pflanzenwelt beschert haben, die höchsten wissenschaftlichen und künstlerischen Ansprüchen genügen. Dazu gehört auch die „Mitteleuropäische

Pflanzenwelt" des Kronenverlages, aus der 12 Tafeln für den vorliegenden Kalender ausgewählt worden sind. Die Pflanzenbilder von Claus Caspari zu betrachten, ist ein ästhetischer Genuß. Möge der Kalender weite Verbreitung finden. Er ist vorzüglich geeignet, vor allem auch bei der heranwachsenden Generation, die Liebe zu unserer Flora zu erwecken und durch die textlichen Erläuterungen R. Kräusels die vielfach so beklagenswert mangelhafte Kenntnis unserer Pflanzenwelt zu vertiefen.

Hassebrauk, Braunschweig.

Schindlmayr, A., Welche Nutzpflanze ist das? Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1954. 137 S., 308 Abb., 8 Taf. Kart. 5,80 DM, Ln. 7,50 DM.

Die bekannte Reihe der Kosmos-Naturführer ist durch dieses, den Nutzpflanzen gewidmete Büchlein mit Gewinn erweitert worden. Der Aufbau entspricht dem bewährten Modus der anderen Naturführer. Der wesentliche systematische Teil, in dem sich erfreulicherweise auch viele in Vergessenheit geratene Kulturpflanzen finden, wird durch ein einleitendes Kapitel zum Verständnis der Morphologie und ein nachfolgendes Kapitel eingerahmt, in dem einiges über Pflanzenschutz, Düngung und Verwendung erzählt wird. Quellennachweis und Indices beschließen den Band. Besonders hervorzuheben sind die Zeichnungen und Farbtafeln von Gabriele Goßner, die die hohe Qualität aufweisen, wie wir sie von dieser Künstlerin gewohnt sind, und die auch im Druck vorzüglich gelungen sind.

Hassebrauk, Braunschweig.

Schramm, G., Die Biochemie der Viren. (Organische Chemie in Einzeldarstellungen Bd. 5.) Springer-Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1954. 276 S., 67 Abb. Ganzleinen 36,— DM.

Das vorliegende Buch bietet wesentlich mehr, als sein Titel vermuten läßt. Obwohl die Biochemie im Mittelpunkt der Betrachtungen steht, so ist sie doch nur der Ausgangspunkt für eine bisher schmerzlich vermißte gesamte Übersicht über die Eigenschaften und das Eingreifen der Viren in den Stoffwechsel überhaupt. Es wurde dabei jede Einseitigkeit sehr glücklich vermieden, so daß alle an der Virusforschung beteiligten zahlreichen Fachrichtungen möglichst weitgehend zu ihrem Recht gekommen sind. Als einen sehr wesentlichen Vorzug des Buches möchte es der Ref. ansehen, daß es nicht nur eine Menge von Tatsachen in einem sehr flüssigen und leicht lesbaren Stil mitteilt, sondern angesichts der vielen noch ungenügend geklärten Erscheinungen auch oft für das Verständnis wichtige allgemeine Angaben aus der organischen und physikalischen Chemie bringt. Dies mag manchem vielleicht als eine unnötige Wiederholung erscheinen, erhöht aber die Lesbarkeit des Buches für einen großen Leserkreis ungemein. Bei der Fülle des Stoffes konnte nicht immer auf methodische Einzelheiten eingegangen werden, vielmehr beschränkt sich der Verf. darauf, nur das Wesentliche in einer leicht verständlichen und sehr klaren Form zu bringen. Sonderfragen dagegen sind den im Text reichlich angegebenen Literaturzitaten zu entnehmen. Am Schluß findet sich dafür auch noch neben einem guten Namens- und Sachregister eine Übersicht über größere Sammelwerke auf den einzelnen Spezialgebieten.

Das Werk gliedert sich in einen allgemeinen Teil über die Untersuchung, Darstellung und Identifizierung der Viren sowie über die Wechselwirkungen zwischen Virus und Wirt, Serologie und Bekämpfungsmöglichkeiten, und in einen speziellen Teil, in dem alle chemisch näher untersuchten oder sonstwie

wichtigen Viren eingehend beschrieben sind. Für die immer noch schwierige Nomenklatur der Viren macht der Verf. in Anlehnung an andere Vorschläge den Versuch einer vorläufigen Einteilung nach dem Gesichtspunkt der morphologischen Ähnlichkeit, soweit dies überhaupt möglich ist, und der immunologischen Verwandtschaft. Dabei werden folgende Gruppen unterschieden: 1. Bakteriophagen, 2. Phytopathogene Viren (kugelförmige, stäbchenförmige und große, sich in Insekten vermehrende Viren), 3. Zoopathogene Viren (Insektenviren, Viren der Warmblüter). Dazu jeweils Unterabteilungen.

Naturgemäß sind die einfacher gebauten phytopathogenen Viren, die nur aus Protein und Nukleinsäure bestehen, besser untersucht als die komplizierteren höhermolekularen Formen der Insekten und Warmblüter, die — obwohl ohne eigenen Stoffwechsel — doch schon den Übergang zu den Einzellern darstellen (Kern, lockeres Plasma, Membran). — So findet gerade der in der angewandten Botanik arbeitende Forscher besonders viele für ihn wichtige grundlegende Angaben über pflanzliche Viren, wobei speziell das Tabakmosaikvirus, als das am besten untersuchte Virus, mit 34 Seiten Text besonders ausführlich dargestellt werden konnte. Aber auch der Mediziner wird bei der Beschreibung der zoophatogenen Formen manches für sich verbuchen können, was zum besseren Verständnis des Infektions- und Krankheitsverlaufes beiträgt. Über die Bekämpfungsmaßnahmen findet sich naturgemäß nur wenig, da die Viren keinen eigenen Stoffwechsel besitzen und somit die Wirtszelle meistens gleichzeitig geschädigt würde. Sehr lesenswert sind auch die Abschnitte über Infektionsverlauf, Mutantenbildung und die Wechselwirkungen zwischen Virus und Wirt. Unterstüzt werden die Ausführungen noch durch eine große Anzahl ausgezeichneter Abbildungen. Wenn auch der reine Praktiker nicht immer in dem Buche ausreichende Angaben vorfinden wird, so kann doch jeder aus diesem mehr als eine Gesamtschau gedachten Werk einen reichen Gewinn für sich ziehen.

Chr. Dettweiler, Stuttgart.

Zach, O., Die Anatomie der Blütenpflanzen. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1954. 115 S., 154 Abb. Kart. 7,50 DM.

Diese „Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung der höheren Pflanzen" ist als Band 35 der Kosmos-Handbücher für die praktische naturwissenschaftliche Arbeit erschienen. Wie alle diese Bände, soll auch der vorliegende dem Naturfreunde als Wegweiser dienen. Er strebt daher keinen Vergleich mit den bekannten botanischen Fachbüchern dieser Richtung an. Aber er braucht ihn — unter angemessener Berücksichtigung der verschiedenartigen Voraussetzungen — durchaus nicht zu scheuen und verdient uneingeschränkte Empfehlung. Der Aufbau ist didaktisch vorbildlich, die Beschränkung auf das Wesentliche in der Technik ist in richtigen Grenzen erfolgt. Die Abbildungen erfreuen nicht nur durch ihre Qualität, sondern auch Originalität.

Hassebrauk, Braunschweig.

Zander, R., Handwörterbuch der Pflanzennamen und ihre Erklärungen. 7. völlig neubearbeitete Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Ludwigsburg 1954. 512 S. Ganzln. 11,60 DM.

Es bedeutet eine reine Freude, sich in die Neuauflage von Zanders Handwörterbuch zu vertiefen, die nunmehr als völlige Neubearbeitung nach 14jähriger Pause erschienen ist und die Beschlüsse der letzten internationalen Nomenklaturtagungen, auch schon der diesjährigen in Paris, beruck-

sichtigt. Man folgt dem Verfasser gern durch das einleitende Kapitel, das der Einführung in die botanische Namenskunde gewidmet ist, und in dem u. a. die aus Unkenntnis oft so lax gehandhabten Ausspracheregeln und die wichtigsten internationalen Nomenklaturregeln erläutert werden. Kapitel II bringt einen Überblick über das Pflanzensystem nach Engler, Kapitel III ein alphabetisches Verzeichnis der Familien und Gattungen. Im folgenden Hauptabschnitt finden sich dann die Gattungen und Arten mit Betonungszeichen, Synonymen, deutschen Namen (nach den Richtlinien des deutschen Namenkunde-Ausschusses) und Gartenbau-Symbolen. Es sind die Kultur- und Handelspflanzen sowie die häufigsten Wildpflanzen aufgenommen. Die deutschen Pflanzennamen sind dann nochmals im Kapitel V gesondert zusammengestellt. Das 6. Kapitel dient der Erläuterung der Speziesnamen. Im 7. Kapitel finden sich neben den einschlägigen Nomenklaturregeln die häufigsten Autorennamen verzeichnet. Die Lebensdaten und wichtigsten Arbeitsgebiete von fast 300 Autoren hat der Verfasser in dankenswerter Weise zusammengetragen. Das abschließende Kapitel enthält ein Verzeichnis der wichtigsten Literatur.

Zanders Handwörterbuch wendet sich in erster Linie an die Vertreter des Gartenbaus und ist für diese unentbehrlich. Es wird aber von jedem Botaniker, gleich welcher Arbeitsrichtung, begrüßt und Kapitel für Kapitel mit Gewinn benutzt werden. Wir wissen dem Verfasser für seine sorgfältige und mühevolle Arbeit Dank. Anerkennung und Dank gebühren auch dem Verlage, nicht zuletzt dafür, daß er das inhaltsreiche, vorzüglich ausgestattete Buch für einen heute so ungewöhnlich niedrigen Preis herausgebracht hat. Hassebrauk, Braunschweig.

Personalnachrichten

Unser Mitglied Prof. Dr. Gustav Aufhammer, Weihenstephan, wurde zum Dekan der Fakultät für Landwirtschaft an der Technischen Hochschule München in Weihenstephan gewählt.

Zum Dekan der Fakultät für Gartenbau und Landeskultur der Technischen Hochschule Hannover wurde unser Mitglied Prof. Dr. Wilhelm Nicolaisen, Hannover-Herrenhausen, gewählt. Er wurde außerdem zum Vorsitzenden des Fachausschusses Garten-, Obst- und Weinbau des Land- und Forstwirtschaftlichen Forschungsrates gewählt.

Unser Mitglied Prof. Dr. Heinrich Walter, Stuttgart-Hohenheim, hat eine Berufung an die Universität Ankara mit Sitz und Stimme im Senat erhalten. Er wird diesen Ruf für ein Jahr annehmen.

Aus der Mitgliederbewegung

Neue Mitglieder

Feltz, Dr. Heinz, Diplomlandwirt, Wissenschaftl. Assistent im Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut), Zweigstelle Baden, (17a) Ladenburg (Neckar), Rosenhof.

Pirson, Dr. André, Professor, Direktor des Botanischen Instituts und Botanischen Gartens der Universität, (16) Marburg/Lahn, Pilgrimstein 4.

Wächtershäuser, Heinz, Diplommeteorologe, Agrarmeteorologische Forschungsstelle Gießen des Deutschen Wetterdienstes, (16) Gießen, Bergstr. 21.

Anschriftenänderungen und Berichtigungen

Bercks, Dr. Rudolf, Regierungsrat, Institut für Virusserologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Bode, Dr. Otto, Regierungsrat, Institut für Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Büchner, Dr. Ulrike, Gießen, ist zu streichen.

Buhl, Dr. Claus, Regierungsrat, Institut für Getreide-, Ölfrucht- und Futterpflanzenbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (24b) Kiel-Kitzeberg, Schloßkoppelweg 8.

Fuchs, Dr. Eva, Wissenschaftl. Angestellte am Institut für physiologische Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Härle, Dr. Albert, Dienststellenleiter in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (1) Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 19.

Hassebrauk, Dr. Kurt, Privatdozent, Regierungsrat, Vorstand des Instituts für physiologische Botanik der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Hülsenberg, Dr. Heinrich, Oberlandwirtschaftsrat, Leiter des Pflanzenschutzamtes Frankfurt (Main), (16) Frankfurt (Main)-Hausen, Fr.-Wilh.-von-Steuben-Str. 2.

Köhler, Dr. Erich, Oberregierungsrat i. R., (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Kolkwitz, Dr. Richard, Professor, (1) Berlin-Lichterfelde, Lorenzstr. 15.

Latzko, Dr. Erwin, Biochemische Abteilung des Instituts für Organische Chemie der Technischen Hochschule, (13b) München, Walther-von-Dyck-Platz 1.

Lehmann, Dr. Rudolf, Beratender Chemiker, (13b) Gersthofen bei Augsburg, Hans-Fischer-Str. 4.

Merl, Dr. Edmund M., München, ist zu streichen.

De Mol van Oud Loosdrecht, Dr. W. E., Amsterdam-C., Nieuwe Herengracht 87, Laboratorium voor Sierplantenonderzoek en Stralengenetiek (Niederlande).

Quantz, Dr. Ludwig, Wissenschaftl. Angestellter am Institut für Virusforschung der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Schulze-Pröbsting, Agnes, Schlüsselburg-Neuhof, ist zu streichen.

Stapp, Dr. Carl, Oberregierungsrat i. R., (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.

Trappmann, Dr. Walther, Oberregierungsrat i. R., (20b) Braunschweig, Messeweg 11/12.